



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Институт новых материалов
и технологий**

**Е. Б. ВОТИНОВА
М. П. ШАЛИМОВ
А. М. ФИВЕЙСКИЙ**

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Е. Б. Вотинова, М. П. Шалимов, А. М. Фивейский

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки
15.03.01 — Машиностроение и 12.03.05 — Лазерная техника
и лазерные технологии

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2017

УДК 621.791:658.512(075.8)

ББК 34.327.1-6я73

В79

Рецензенты: лаборатория порошковых, композиционных и наноматериалов Института металлургии Уральского отделения РАН (завлабораторией, д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. *Б. Р. Гельчинский*); главный сварщик ОАО «Уралэнергоремонт», канд. хим. наук *В. Л. Мазуровский*
Научный редактор — канд. техн. наук, доц. *А. В. Березовский*

Вотинова, Е. Б.

В79 Основы технологической подготовки производства : учеб. пособие / Е. Б. Вотинова, М. П. Шалимов, А. М. Фивейский. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 168 с.

ISBN 978-5-7996-2171-1

В учебном пособии приведены основные сведения о назначении, содержании, основных принципах и организации технологической подготовки сварочного производства. Рассмотрены виды технологических документов, их назначение и содержание; основы разработки технологического процесса изготовления сварных конструкций. Особое внимание уделяется отработке конструкции на технологичность.

Внимательное изучение материала учебного пособия подготовит специалиста к проектированию сварной конструкции с требуемыми точностью и надежностью при заданных производительности и экономической эффективности, а также к разработке технологических процессов сварки, обеспечивающих получение сварных соединений с требуемыми свойствами надежности и безопасной эксплуатации сварного изделия.

Пособие предназначено для студентов направлений подготовки 15.03.01 — Машиностроение, 12.03.05 — Лазерная техника и лазерные технологии, может быть полезно учащимся лицеев, колледжей, профессионально-технических училищ и техникумов.

Библиогр.: 56 назв. Рис. 34. Табл. 13.

УДК 621.791:658.512(075.8)

ББК 34.327.1-6я73

Авторы благодарят за проведенную экспертизу учебного пособия старшего преподавателя кафедры ТСП Матушкину И. Ю. и доцента, кандидата технических наук Сюкасева Г. М.

ISBN 978-5-7996-2171-1

© Уральский федеральный
университет, 2017

Введение

Современное машиностроительное производство представляет собой сочетание различных процессов, средств производства, служб и подразделений со сложными технико-экономическими и организационными связями. Поэтому запуску любого производства всегда предшествует большая и трудоемкая подготовительная работа. **Техническая подготовка любого производства**, в том числе и сварочного, представляет собой комплекс мероприятий по проектированию и освоению производства новых и совершенствованию выпускаемых конструкций с использованием наиболее прогрессивных методов и средств производства. В рамках технической подготовки можно выделить несколько различных направлений, основными из которых являются конструкторское и технологическое, тесно взаимосвязанные между собой.

Свойства и назначение объекта производства (конструкции или изделия), особенности технологии его изготовления в основном определяют организационную структуру предприятия и характер его производственного цикла. Поэтому в подготовительный период особенно большое значение приобретает правильная организация и проведение технологической подготовки производства (ТПП), которая по удельному весу в общем объеме подготовки по трудоемкости и стоимости составляет от 20 до 70 % (табл. I). Эти затраты непрерывно увеличиваются с усложнением новых конструкций и необходимостью сокращения сроков освоения их производства [1].

Таблица I

Объем ТПП в общей подготовке производства

Характер производства	Доля ТПП в объеме производства, %
Мелкосерийное Единичное	20–25
Серийное	40–45
Крупносерийное Массовое	60–70

В целом **технологическая подготовка производства** представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятий к выпуску изделий заданного качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах.

Технологическая готовность производства — наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Основной задачей технологической подготовки производства, определяющей главное ее направление, является разработка прогрессивного технологического процесса и обеспечение его необходимым технологическим оснащением, технически и экономически наиболее соответствующим данным производственным условиям.

Технологическая подготовка серийного производства включает разнообразные по характеру, сложные и трудоемкие работы. Например, проектирование новых технологических процессов связано с необходимостью предварительного проведения экспериментальных исследований, сложных расчетов при создании специального оборудования и оснастки. Велик объем и выпускаемой технологической документации. В то же время на технологическую подготовку производства, несмотря на ее сложность, большую трудоемкость и ответственность, устанавливают весьма сжатые сроки, а качество всех работ оказывает решающее влияние на технико-экономические показатели серийного производства. Каждое частное решение затем многократно реализуется в серийном производстве, следовательно, каждое неудачное решение при ТПП неизбежно приведет к появлению многократно повторяющихся сложностей при реализации технологического процесса или неудовлетворительных результатов. Например, неправильно выбранный способ или режим сварки, неверно спроектированная и изготовленная технологическая оснастка являются распространенными причинами проблем, возникающих при выполнении технологических операций или появлении брака. Выбор недостаточно точного метода контроля сопровождается появлением необнаруженного дефекта и передачей дефектной конструкции на последующие этапы технологического процесса и в эксплуатацию [1; 2].

Правильные и прогрессивные решения при ТПП в значительной степени определяются качеством принятых конструкторских разра-

боток в проектируемом изделии. Поэтому технологическая подготовка производства включает:

- технологическую отработку конструкции изделия на технологичность;
- проектирование, отработку и освоение наиболее прогрессивных технологических процессов изготовления элементов и изделия в целом, разработку необходимой документации;
- проектирование, изготовление и отладку специализированных и специальных видов технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации.

Все эти работы выполняют в определенной последовательности и в сроки, определяемые общим графиком подготовки производства. Технологическая подготовка, как правило, начинается со второго этапа проектирования конструкции изделия (рис. I) [3]. Календарное время выполнения всех работ по подготовке составляет цикл подготовки производства.

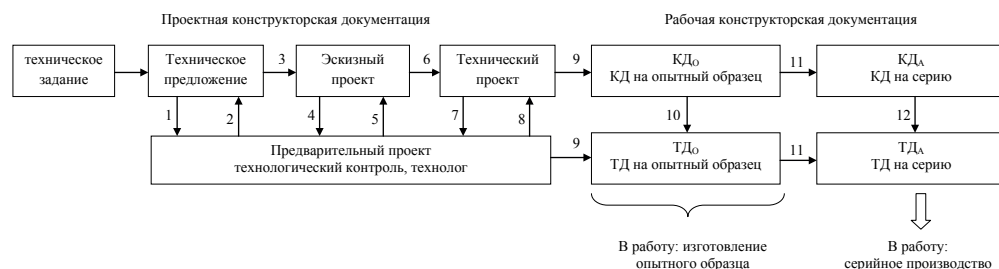


Рис. I. Схема взаимодействия конструкторского и технологического бюро при технологической подготовке производства

В свою очередь, конкретное содержание и общий объем работ по технологической подготовке зависит от заданного объема и программы выпуска изделий, степени сложности и новизны конструкции, качества технологической отработки изделия в процессе его проектирования и изготовления опытных образцов, уровня кооперирования производства и других факторов.

В связи с этим большое значение приобретает учет особенностей того или иного производства. Это наиболее важно для авиационной техники, химического машиностроения и других отраслей, отличающихся как небольшой программой выпуска продукции, так и высо-

кой сложностью изделий, многономенклатурностью составляющих их элементов, используемых материалов и технологических процессов, частой сменой объектов производства и кратковременностью сроков освоения.

Все принимаемые технологические решения должны основываться не только на инженерных расчетах, но и на действующих нормативных документах, так как во многом именно они являются источником технической информации, проверенной многолетним опытом работы специалистов в разных областях знаний.

В целом технологическая подготовка призвана обеспечить общий технический прогресс производства, высокие технико-экономические показатели работы предприятий в соответствии с принятыми планами по выпуску изделий [2].

1. Нормативные документы, определяющие деятельность инженера-технолога

1.1. Современная система нормативных документов

1.1.1. Действующая система нормативных документов в РФ

За рубежом уже в начале 80-х гг. пришли к выводу, что успех бизнеса определяется, прежде всего, качеством продукции и услуг. При обследовании 200 крупных фирм США ответили 80 % опрошенных, что качество является основным фактором реализации товара по выгодной цене. Отсюда вывод: овладение методами обеспечения качества, базирующимися на триаде — стандартизация, метрология, сертификация, является одним из главных условий выхода поставщика на рынок с конкурентоспособной продукцией (услугой), а значит, и коммерческого успеха [4].

Сегодня изготовитель и его торговый посредник, стремящиеся поднять репутацию торговой марки, победить в конкурентной борьбе, выйти на мировой рынок, заинтересованы в выполнении как обязательных, так и рекомендуемых требований стандарта. В этом смысле стандартизация является частью современной предпринимательской стратегии. Ее влияние и задачи охватывают все сферы общественной жизни. Так, стандарты на процессы и документы (управленческие, товаросопроводительные, технические) содержат те «правила игры», которые должны знать и выполнять специалисты промышленности и торговли для заключения взаимовыгодных сделок [4].

Стандартизация — деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, на-

правленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации [5].

Таким образом, стандартизация направлена на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, и обеспечивает право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда [4].

Стандартизация позволяет достигать оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Эффективно работающий мировой рынок — это экономическое пространство, в котором свободно перемещаются через границы государств товары, капитал, трудовые ресурсы, информация туда, где для них складываются более выгодные условия [4].

Создание такого рынка возможно, если государства будут принимать меры, направленные на устранение *тарифных и технических (нетарифных) барьеров*. Под **техническим барьером** понимаются различия в требованиях национальных и международных (зарубежных) стандартов, приводящие к дополнительным по сравнению с обычной коммерческой практикой затратам средств и/или времени для продвижения товаров на соответствующий рынок.

Таким образом, стандартизация является инструментом обеспечения не только конкурентоспособности, но и эффективного партнерства изготовителя, заказчика и продавца на всех уровнях управления [4].

В основе программ по преодолению технических барьеров лежит деятельность государств в области технического регулирования. Согласно ФЗ № 184 «О техническом регулировании», **техническое регулирование** — правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия [6].

В этом громоздком определении, представленном в Федеральном законе, просматриваются главные элементы технического регулирования:

- установление, применение и исполнение обязательных требований к продукции и процессам жизненного цикла продукции (ЖЦП). Реализуется через принятие и применение технических регламентов на продукцию и правила метрологии;
- установление и применение на добровольной основе требований к продукции, процессам ЖЦП, выполнению работ или оказанию услуг. Реализуется через стандартизацию.
- правовое регулирование в области оценки соответствия. Реализуется через оценку соответствия (сертификацию и декларирование соответствия, государственный контроль и надзор, аккредитацию, испытание, регистрацию).

Объектами технического регулирования являются продукция, процессы жизненного цикла продукции, работы и услуги (табл. 1) [6].

Таблица 1

Сущность технического регулирования: правовое регулирование отношений в области качества

Элементы технического регулирования	Обеспечивающие документы и процедуры
Установление обязательных требований к продукции или связанных с ней процессами	Принятие технических регламентов
Установление и применение на добровольной основе требований к продукции	Стандартизация

Техническое законодательство — совокупность правовых норм, регламентирующих требования к техническим объектам: продукции, процессам ее жизненного цикла, работам (услугам) и контроль (надзор) за соблюдением установленных требований [6].

Технический регламент — это документ, который является носителем обязательных требований. До 2003 г. в нашей стране отсутствовали эти документы. По мере принятия технических регламентов на те или иные объекты государственные стандарты на эти объекты будут приобретать добровольный характер.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт.

Международная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов по стандартизации всех стран мира [7].

Региональная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов стран только одного географического, политического или экономического региона мира [7].

Региональная и международная стандартизации осуществляются специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях.

Международные и региональные стандарты отражают передовой опыт экономически развитых стран мира, результаты научных исследований, требования широкого круга потребителей и государственных органов и представляют собой правила, общие принципы или характеристики для большинства стран, поэтому применение международных (региональных) стандартов при разработке национальных стандартов является одним из важных условий выхода отечественной продукции на мировой рынок.

Национальная стандартизация — стандартизация, которая проводится на уровне одной конкретной страны. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом, в том или ином секторе экономики, на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий и учреждений [7].

Национальная система стандартизации (НСС) — механизм обеспечения согласованного взаимодействия участников работ по стандартизации на основе принципов стандартизации при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации), отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации, с использованием нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения [5].

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых к нему требований разрабатывают стандарты следующих видов [7]:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа);

- стандарты на продукцию;
- стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
- стандарты на услуги.

Основополагающий стандарт — нормативный документ, который устанавливает общие организационно-методические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования (нормы и правила), обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость; техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции; охрану окружающей среды; безопасность здоровья людей и имущества и другие общетехнические требования, обеспечивающие интересы национальной экономики и безопасности [7].

Терминологический стандарт — устанавливает наименование и содержание понятий, используемых в стандартизации и смежных видах деятельности [7].

Стандарт на методы контроля — устанавливает требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала [7].

Стандарт на продукцию — устанавливают для групп однородной продукции или для конкретной продукции требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, а также требования к условиям и правилам эксплуатации, транспортирования, хранения, применения и утилизации. Он содержит требования к продукции, которые обеспечивают соответствие продукции ее назначению. Может быть полным или неполным. Полный стандарт устанавливает не только указанные выше требования, но также и правила отбора проб, проведения испытаний, упаковки, маркировки, хранения и т. п. Неполный стандарт содержит только часть требований к продукции (к параметрам качества, правилам поставки и пр. [7].

Стандарты на процессы и работы устанавливают основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции [7].

Стандарты на услуги устанавливают требования и методы их контроля для групп однородных услуг или для конкретной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги (табл. 2) [7].

Таблица 2

Отличительные признаки технического регламента
и стандарта на продукцию

Документ	Статус	Объект регулирования	Характер использования	Содержание применительно		Социальная роль
				к документу	к продукции	
Технический регламент	Правовой документ	Производство и процессы ЖЦП	Обязательное	1. Перечень продукции и процессов ЖЦП. 2. Правила идентификации. 3. Требования к продукции или услугам. 4. Правила и формы оценки соответствия	Требования к характеристикам безопасности продукции и процессам; к маркировке, упаковке, сопроводительной документации	Обеспечение безопасности
Стандарт	Документ в области стандартизации	Производство и процессы ЖЦП, работы и услуги	Добровольное	1. Технические требования. 2. Требования к проведению. 3. Порядок выполнения работ. 4. Номенклатура показателей качества и безопасности услуг	Требования по всем техническим (потребительским) характеристикам	Обеспечение конкурентоспособности

Нормативная документация является хранилищем накопленного практического опыта решения инженерных проблем. Опора на опыт,

накопленный и систематизированный в нормативной документации, позволяет избежать ошибок при освоении новой продукции и создает доверие к ее качеству.

Это особенно важно для малых предприятий, где частая смена номенклатуры выпускаемой продукции затрудняет накопление собственного опыта, требует от специалиста большей универсальности и разносторонних знаний.

С начала широкого применения сварки как самостоятельного технологического процесса в промышленности и строительстве появилась необходимость в разработке нормативных документов. В 1921 году в Советском союзе появились стандарты на испытание сварных швов; в 1925 году — Правила конструирования сварных котлов; в 1931 году — стандарт на обозначение сварных швов на чертежах.

Следует обратить внимание на то, что в разрабатываемых проектах технических регламентов на конкретную продукцию обычно не предусматриваются требования к элементам сварочного производства, таким как сварочные материалы, технологии, оборудование, в то же время именно на стадии производства сварных конструкций должны быть приняты меры к предотвращению причин ее преждевременного разрушения при эксплуатации, и следовательно, к снижению степени риска ее использования [4].

В соответствии с Руководством 2 ИСО/МЭК: 2004 нормативный документ (Normative document) — это документ, устанавливающий нормы и правила, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. В международной практике понятие «норма» в значительном числе случаев отождествляется с понятием «требование». Следовательно, нормативный документ — это документ, устанавливающий определенные требования и правила [8].

Нормативные документы — это графические и текстовые документы, устанавливающие обязательные или рекомендуемые требования, нормы, методы или конструкции изделий, используемые при проектировании, изготовлении, эксплуатации или ремонте.

Сформированная на протяжении многих десятилетий существования Советского Союза система государственной стандартизации в ходе реформы технического регулирования должна быть заменена на национальную систему стандартизации, которая в условиях глобализации экономических отношений призвана обеспечить баланс интересов государства, хозяйствующих субъектов, общественных органи-

заций и потребителей, повысить конкурентоспособность российской экономики, создать условия для развития предпринимательства на основе повышения качества товаров, работ и услуг [9].

1.1.2. Виды нормативных документов

Существует большое разнообразие нормативных документов, используемых на территории РФ. К ним относятся:

- документы по стандартизации,
- документы НСС (национальные стандарты, правила стандартизации, рекомендации по стандартизации, информационно-технические справочники),
- общероссийские классификаторы,
- стандарты организаций (технические условия (ТУ), технические требования, конструкторская документация, технологическая документация (технологические инструкции и карты технологического процесса),
- своды правил (руководящие документы (РД), правила безопасности (ПБ), правила охраны труда (ПОТ), строительные нормы и правила (СНиП)) и др. [5].

С 1996 г. в перечень НД, применяемых в России, добавлен технический регламент (табл. 3).

Понятие **стандарта** является родовым. В него входят государственный стандарт, санитарные нормы и правила, строительные нормы и правила и другие документы, которые в соответствии с законом устанавливают обязательные требования к качеству товаров (работ, услуг).

Таблица 3

Действующая система нормативных документов в РФ

Государственная система стандартизации (до 2002 г.)		Национальная система стандартизации
Государственный орган по стандартизации, Госстандарт		Национальный орган по стандартизации, Росстандарт
Уровень I	Закон РФ. Подзаконные акты. ОК (общероссийские классификаторы)	Технический регламент. Федеральный закон. Подзаконные акты. ОК (общероссийские классификаторы)

Окончание табл. 3

Государственная система стандартизации (до 2002 г.)		Национальная система стандартизации
Государственный орган по стандартизации, Госстандарт		Национальный орган по стандартизации, Росстандарт
Уровень II	ГОСТ, ISO. Правила (разрабатываются головными или специализированными организациями для расширения и уточнения требований для конкретных изделий). ОСТ (отраслевой стандарт)	ГОСТ Р, нормы и правила
Уровень III	РД (руководящий документ). РТМ (руководящие технические материалы). Стандарты союзов и обществ. Рекомендации	ОСТ (отраслевой стандарт). СТО (стандарт организации). Стандарты союзов и обществ. ТУ (технические условия)
Уровень IV	СТП (стандарт предприятия). ТУ (технические условия). КД (конструкторская документация). ТД (технологическая документация)	—

В зависимости от сферы действия различают стандарты разного статуса или категории: международный стандарт, региональный стандарт, национальный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р), межгосударственный стандарт (ГОСТ), стандарт общественного объединения, стандарт предприятия и др. [7].

Стандарт — это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесет оптимальную выгоду для общества.

Международный стандарт — стандарт, принятый международной организацией по стандартизации (ИСО, МЭК, МСЭ) [6].

Региональный стандарт — стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации [6].

Национальный стандарт — документ по стандартизации, который разработан участником или участниками работ по стандартизации, по результатам экспертизы в техническом комитете по стандартизации или проектном техническом комитете по стандартизации, утвержден федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, в котором для всеобщего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации [5].

Стандарт иностранного государства — стандарт, принятый национальным органом по стандартизации иностранного государства [6].

Стандарт организации — документ по стандартизации, утвержденный юридическим лицом, в том числе государственной корпорацией, саморегулируемой организацией, а также индивидуальным предпринимателем для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг [5].

С момента вступления в силу Федерального закона «О техническом регулировании» Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии № 63 государственные и межгосударственные стандарты, принятые Госстандартом России до 1 июля 2003 г., были признаны национальными стандартами. Поэтому в настоящее время на территории России действуют стандарты, которые имеют обозначение ГОСТ, и новые стандарты, принятые в России после 1 июля 2003 г., обозначаемые ГОСТ Р.

Ряд стандартов России объединены в системы стандартов, например «Единая система конструкторской документации ЕСКД», что позволяет комплексно решать вопросы стандартизации в определенной области деятельности. В обозначение стандарта, относящегося к системе стандартов, вводится цифра, обозначающая шифр системы. Например, все стандарты, относящиеся к ЕСКД, обозначаются: ГОСТ 2. Далее идет номер стандарта из системы ЕСКД.

В табл. 4 перечислены системы стандартов, действующих в России, и приведены коды систем.

Таблица 4

Системы стандартов

Наименование системы	Аббревиатура в обозначении стандарта	Шифр в обозначении стандарта
Государственная система стандартизации РФ	ГСС	1.
Единая система конструкторской документации	ЕСКД	2.
Единая система технологической документации	ЕСТД	3.
Система показателей качества продукции	СПКП	4.
Унифицированная система документации	УСД	6.
Система информационно-библиографической документации	СИБИД	7.
Государственная система обеспечения единства измерений	ГСИ	8.
Единая система защиты от коррозии и старения	ЕСЗКС	9.
Система стандартов безопасности труда	ССБТ	12.
Репрография		13.
Единая система технологической подготовки производства	ЕСТПП	14.
Система разработки и постановки продукции на производство	СРПП	15.
Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов		17.
Единая система программных документов	ЕСПД	19.
Система проектной документации по строительству	СПДС	21.
Безопасность в чрезвычайных ситуациях	—	22.
Расчеты и испытания на прочность	—	25.
Надежность в технике	—	27.
Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения	—	29.
Информационная технология	—	34.
Система сертификации ГОСТ Р	—	40.

Следует обратить внимание на особый вид документов по стандартизации — классификаторы. Они помогают упорядочить объекты

стандартизации, упрощают оформление технической документации на продукцию или услуги, особенно в случае, когда документооборот организован в электронном виде. То есть классификатор — официальный документ, представляющий систематизированный свод наименований и кодов классификационных группировок и/или объектов классификации.

Общероссийский классификатор — документ по стандартизации, распределяющий технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другим) и являющийся обязательным для применения в государственных информационных системах и при межведомственном обмене информацией в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации [5].

Примерами могут являться Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД), Общероссийский классификатор продукции (ОКП), Общероссийский классификатор стандартов (ОКС), Общероссийский классификатор деталей (ОКД).

Национальные стандарты устанавливают общие требования для широкой группы заинтересованных участников процесса стандартизации. Вместе с тем, нередко появляется необходимость конкретизировать требования с учетом особенностей продукции и процессов отдельных отраслей и производств. Поэтому наряду со стандартами дополнительно разрабатывают нормативные документы, отвечающие потребностям на уровне отраслей, объединений, предприятий и организаций [4].

Примером этому могут служить **нормативные документы, обслуживающие строительную отрасль**. К ним относятся Строительные нормы и правила (СНиП), Свод правил по проектированию и строительству (СП), ведомственные строительные нормы (ВСН). Последние современной системой нормативных документов в строительстве не предусмотрены и продолжают действовать, вероятно, до их замены [4].

Строительные нормы и правила Российской Федерации устанавливают обязательные требования, определяющие цели, которые должны быть достигнуты, и принципы, которыми необходимо руководствоваться в процессе создания строительной продукции [4].

Свод правил — документ по стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти или Государственной корпорацией

рацией по атомной энергии «Росатом» и содержащий правила и общие принципы в отношении процессов в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов [5].

Он существует в виде нормативного документа, обычно разрабатываемого для процессов проектирования, монтажа оборудования и конструкций, технического обслуживания или эксплуатации объектов, конструкций, изделий. Технические правила, содержащиеся в документе, носят рекомендательный характер.

Сводь правил по проектированию и строительству устанавливают рекомендуемые положения в развитие и обеспечение обязательных требований строительных норм, правил и общетехнических стандартов системы или по отдельным самостоятельным вопросам, не регламентированным обязательными нормами.

В машиностроении в настоящее время продолжают действовать некоторые **отраслевые стандарты (ОСТ)**, например ОСТ 95 10441–2002 «Оборудование для работы с радиоактивными средами. Сварка. Основные положения». К отраслевым документам относятся руководящие документы. Обычно РД содержат требования к группам однородной продукции.

Существуют специальные **нормативные документы для атомного машиностроения, судостроения и авиационной промышленности**.

Как правило, такие документы разрабатывают применительно к объекту в целом, а требования, относящиеся к сварочному производству, изложены в них в виде отдельных разделов.

Рекомендации — положение нормативного документа, содержащее совет.

Применительно к стандартизации этот документ содержит добровольные для применения организационно-технические и/или общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ [9].

Рассмотренные выше виды стандартов называют общедоступными, то есть в соответствии со своим статусом, доступными широкому кругу потребителей и периодическими изменениями или пересмотрами, необходимыми для того, чтобы соответствовать уровню развития техники.

Отраслевые стандарты, стандарты организаций, стандарты профессиональных сообществ не являются таковыми («Другие стандарты» [8]). Действие таких стандартов может распространяться на несколько стран согласно существующим там правовым нормам, а также использоваться на основании договора между заинтересованными сторонами.

Например, стандарты Американского института нефти (API — American Petroleum Institute) широко используются во всем мире при сооружении сварных конструкций объектов нефтяной промышленности. Известный «boiler code» американского общества инженеров механиков (American Society of Mechanical Engineers), широко распространенный в более чем 80 странах по всему миру, устанавливает нормы, регулирующие проектирование, изготовление котлов, сосудов и АЭС компонентов, в том числе требования к сварке и неразрушающему контролю. Свои стандарты в отношении выполнения сварочных работ при монтаже магистральных трубопроводов разработаны АК «Транснефть». Они обязательны для применения всеми организациями при работе на объектах АК «Транснефть» [9].

Стандарты организаций устанавливают для применения на данном предприятии или в объединении положения по организации и технологии производства, а также обеспечению качества продукции. При этом строительные акционерные общества, ассоциации, концерны и другие объединения в соответствии с правами, делегированными им их учредителями, устанавливают в стандартах организаций положения, необходимые для деятельности входящих в объединение производственных организаций и предприятий. Примером таких документов служат руководящие *документы* ОАО «Газпром», определяющие требования к монтажу и ремонту трубопроводов, резервуаров и другого оборудования для транспортировки газа, а также требования к методам контроля и нормам качества. Например:

- СТО Газпром 26–2.26–1156–2007 «Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно»;
- СТО Газпром 26–2.36–1166–2007 «Инструкция по технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением»;
- СТО Газпром 26–2.46–0836–2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов».

При отсутствии государственных стандартов или для их конкретизации могут разрабатываться стандарты организации или **технические условия** (ТУ). Они устанавливают требования к продукции, услугам или процессу. В ТУ указывают требования к продукции, к процессам ее изготовления, контролю, приемке и поставке (сдаче заказчику), ко-

которые целесообразно выделить из состава конструкторской, проектной и другой технической документации для использования в договорах (контрактах) на поставку продукции.

Технические условия — вид стандарта организации, утвержденный изготовителем продукции (далее — изготовитель) или исполнителем работы, услуги (далее — исполнитель) [5].

Обычно в технических условиях должны быть указаны методы или процедуры, которые следует использовать для проверки соблюдения требований данного нормативного документа в таких ситуациях, когда это необходимо.

Технические условия, на которые делаются ссылки в договорах (контрактах) на поставляемую продукцию (оказываемые услуги), применяются в качестве нормативных документов.

Из всех перечисленных выше нормативных документов обязательными для применения являются регламенты и упомянутые в них стандарты. Остальные нормативные документы принимаются на основе консенсуса и изначально являются добровольными для применения.

Добровольность применения стандартов следует понимать правильно. Как только требования стандарта включаются в обязательное для исполнения правовое поле, стандарт перестает быть добровольным и переходит в статус обязательного. Примерами такого изменения статуса требований стандарта могут быть: включение его требований в технический регламент, ссылка на стандарт или включение его требований в контракт на разработку или поставку продукции, а также в приказ или распоряжение по предприятию или объединению. Кроме этого, если разработчик продукции добровольно не будет следовать общепринятым техническим требованиям стандартов по габаритно-присоединительным размерам, напряжениям питания, методам измерения и контроля качества продукции (этот перечень может быть продолжен), то свою продукцию он не сможет реализовать на рынке. По этой причине стандарты, будучи добровольными для применения, являются необходимым инструментом для производства и оборота продукции на рынке.

Ряд стандартов, устанавливающих требования для оценки соответствия на основе общепризнанных критериев, стали по сути единственными в соответствующих областях применения. Например, стандарты ISO серии 9000, установившие единый, признанный в мире подход к оценке систем менеджмента качества и одновременно регламентирующие отношения между производителями и потребителями продук-

ции. В сварочном производстве такими стандартами являются стандарты ISO серии 3834, которые определяют единые критерии для оценки качества сварки с учетом требований, задаваемых к элементам сварочного производства [9].

Стандартизация в области сварочного производства имеет свою специфику. С одной стороны, стандарты по сварке представлены многоуровневой структурой взаимосвязанных документов:

- классификация и терминология сварочных процессов,
- конструкция и обозначение сварных соединений и швов,
- классификация уровней качества сварных соединений,
- требования к испытаниям сварных швов,
- классификация и требования к сварочным материалам,
- классификация и требования к сварочному оборудованию,
- порядок квалификационных испытаний персонала,
- оформление и аттестация сварочных технологий,
- требования к организации сварочного производства,
- требования к условиям труда сварщика.

С другой стороны, существует широкая интеграция стандартов по сварке со стандартами на разнообразную продукцию, при производстве которой применяются сварочные и родственные процессы в машиностроении, энергетике, нефтегазовой отрасли, химической промышленности, строительстве, медицине.

Очевидно, что в условиях постоянного расширения области применения сварочных и родственных технологий, в том числе в части использования новых материалов, нового сварочного оборудования, необходимо развивать и актуализировать нормативную базу.

В области сварки в настоящее время в России действует более 200 стандартов (ГОСТ и ГОСТ Р).

Технический комитет по стандартизации ТК 364 «Сварка и родственные процессы» на базе Национального Агентства Контроля Сварки (НАКС) работает с 2007 года.

За время работы ТК—364 накоплена и проанализирована информация по применению российских и международных нормативных документов по сварке различного уровня, приобретен опыт работ в этой сфере, причем не только в России.

В настоящее время первоочередное внимание уделено разработке стандартов, регламентирующих требования к качеству сварки и к элементам сварочного производства (к персоналу по сварке, сварочным

материалам, оборудованию, технологиям), то есть стандартов, которые могут использоваться для подтверждения выполнения требований технических регламентов, аналоги этих стандартов в России либо отсутствуют, либо не гармонизированы с международными требованиями. Следует отметить, что устарели стандарты на методики проведения испытаний, классификацию сварочного оборудования и сварочных материалов. К сожалению, в Федеральном информационном фонде отсутствует значительное количество переводов международных стандартов, а имеющиеся переводы не всегда имеют приемлемое качество технического редактирования. Очевидно, что задачи в направлении гармонизации требуют значительных усилий.

В работе ТК 364 принимают участие более 60 организаций, в том числе организации-производители сварочного оборудования, сварочных материалов, научно-исследовательские институты, государственные университеты, потребители сварочных материалов и сварочного оборудования.

Стандарты и другие нормативные документы в настоящее время приобретают важный статус доказательной базы качества выпускаемой продукции [9].

Вопросы для самоконтроля

1. Обоснуйте актуальность знания нормативных документов.
2. Каковы особенности понятия «нормативный документ»?

1.2. Структура и область распространения требований ЕСКД

1.2.1. Структура ЕСКД

Единая система конструкторской документации — комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.) [10].

Согласно ГОСТ 2.001–2013 основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил, требований

и норм выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые обеспечивают:

- применение современных методов и средств при реализации жизненного цикла изделия;
- взаимообмен конструкторской документацией без ее переоформления;
- безбумажное представление информации и использование электронной цифровой подписи;
- необходимую комплектность конструкторской документации;
- автоматизацию обработки конструкторских документов и содержащейся в них информации;
- высокое качество изделий;
- наличие в конструкторской документации требований, обеспечивающих безопасность использования изделий для жизни и здоровья потребителей, окружающей среды, а также предотвращение причинения вреда имуществу;
- расширение унификации и стандартизации при проектировании изделий и разработке конструкторской документации;
- проведение сертификации изделий;
- сокращение сроков и снижение трудоемкости подготовки производства;
- правильную эксплуатацию изделий;
- оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства;
- создание и ведение единой информационной базы;
- гармонизацию стандартов ЕСКД с международными стандартами (ИСО, МЭК) в области конструкторской документации;
- информационную поддержку жизненного цикла изделия [10].

Межгосударственные стандарты ЕСКД распределяются по классификационным группам (табл. 5) [10].

Таблица 5

Классификационные группы стандартов в ЕСКД

Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий и конструкторских документов

Окончание табл. 5

Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей различных изделий
5	Правила изменения и обращения конструкторской документации
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов при макетном методе проектирования
9	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД (рис. 1) производится по правилам, установленным ГОСТ 1.5 [11]. Обозначение состоит из:

- индекса категории стандарта — ГОСТ;
- цифры 2, присвоенной комплексу стандартов ЕСКД;
- цифры (после точки), обозначающей номер группы стандартов в соответствии с табл. 5;
- двузначного числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе;
- четырех цифр (после тире), указывающих год утверждения стандарта. В стандартах, утвержденных до 2000 г., обозначаются две последние цифры года.



Рис. 1. Пример обозначения стандарта системы ЕСКД

1.2.2. Область распространения требований ЕСКД

Стандарты ЕСКД распространяются на изделия машиностроения и приборостроения. Область распространения отдельных стандартов может быть расширена, что оговорено во введении к ним.

Установленные стандартами ЕСКД правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению документации распространяются на следующую документацию:

- все виды конструкторских документов;
- учетно-регистрационную документацию для конструкторских документов;
- документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- нормативную, технологическую, программную документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой стандарты ЕСКД могут быть применимы для них и не регламентируются другими нормативными документами, например: форматы и шрифты для печатных изданий и т. п. Также требования ЕСКД обязательны при оформлении графических технологических документов (карты эскизов) и для оформления текстовых технологических документов (например, ГОСТ 2.105–95) [10].

Вопросы для самоконтроля

1. Какой статус имеют стандарты ЕСКД?
2. Какова структура обозначения стандартов ЕСКД?

1.3. Общие положения ЕСТД и виды технологических документов

1.3.1. Общие положения ЕСТД

Единая система технологической документации — комплекс Межгосударственных стандартов и рекомендаций, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении, контроле, приемке и ремонте изделий (включая сбор и сдачу технологических отходов) [12].

Назначение комплекса документов ЕСТД:

- установление единых унифицированных машинно-ориентированных форм документов, обеспечивающих совместимость информации, независимо от применяемых методов проектирования документов;
- создание единой информационной базы технологических документов (далее — документов) для решения инженерно-технических, планово-экономических и организационных задач;
- установление единых требований и правил по оформлению документов на единичные, типовые и групповые технологические процессы (операции) в зависимости от степени детализации описания технологических процессов;
- обеспечение оптимальных условий при передаче технологической документации на другое предприятие (другие предприятия) с минимальным переоформлением;
- создание предпосылок по снижению трудоемкости инженерно-технических работ, выполняемых в сфере технологической подготовки производства и в управлении производством;
- обеспечение взаимосвязи с системами общетехнических и организационно-методических стандартов [12].

Межгосударственные стандарты ЕСТД распределены по классификационным группам, приведенным в табл. 6 [12].

Таблица 6

Классификационные группы стандартов в ЕСТД

Номер группы	Наименование классификационной группы
0	Общие положения
1	Общие требования к документам
2	Классификация и обозначение технологических документов
3	Общие требования к документам на машинных носителях
4	Основное производство. Формы технологических документов и правила их оформления на процессы, специализированные по методам изготовления или ремонта изделий
5	Основное производство. Формы технологических документов и правила их оформления на испытания и контроль
6	Вспомогательное производство. Формы технологических документов и правила их оформления
7	Правила заполнения технологических документов

Окончание табл. 6

Номер группы	Наименование классификационной группы
8	Прочие
9	Информационная база

В группу 0 должны входить стандарты, устанавливающие общие положения.

В группу 1 должны входить стандарты, устанавливающие правила оформления документов общего назначения и документов, применяемых независимо от методов изготовления и ремонта изделий (например, ведомости оснастки), а также стандарты и рекомендации, требования и правила которых распространяются на оформление всех документов, независимо от степени детализации описания технологических процессов, организации производства и методов изготовления и ремонта изделий.

В группу 2 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие классификацию и обозначение технологических документов.

В группу 3 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие особенности оформления и функционирования документов на машинных носителях.

В группу 4 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие формы и правила оформления технологических документов, применяемых в основном производстве в зависимости от применяемых методов при изготовлении и ремонте изделий за исключением испытаний и технического контроля.

В группу 5 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие формы и правила оформления технологических документов, применяемых в основном производстве при описании технологических процессов (операции) испытаний и технического контроля, а также при контроле выполнения технологических процессов.

В группу 6 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие формы и правила оформления документов, применяемых во вспомогательном производстве.

В группу 7 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие правила записи технологических операций (переходов).

В группу 8 должны входить стандарты, имеющие в своем обозначении соответствующий индекс.

В группу 9 должны входить стандарты и рекомендации, устанавливающие правила и положения по созданию информационной базы для автоматизированных систем управления и проектирования документов.

Обозначение стандартов ЕСТД (рис. 2) производится по правилам, установленным ГОСТ 1.5–2001 [11]:

- индекс «ГОСТ» (категория нормативного документа);
- цифра 3, присвоенная классу стандартов на Единую систему технологической документации;
- цифра 1 (после точки), обозначающая подкласс стандартов (для изделий машиностроения и приборостроения);
- цифра, обозначающая номер группы стандартов в соответствии с табл. 6;
- двухзначное число, определяющее порядковый номер стандарта в данной группе;
- четырех цифр (после тире), указывающих год утверждения стандарта. В стандартах, утвержденных до 2000 г., фиксируются две последние цифры года.

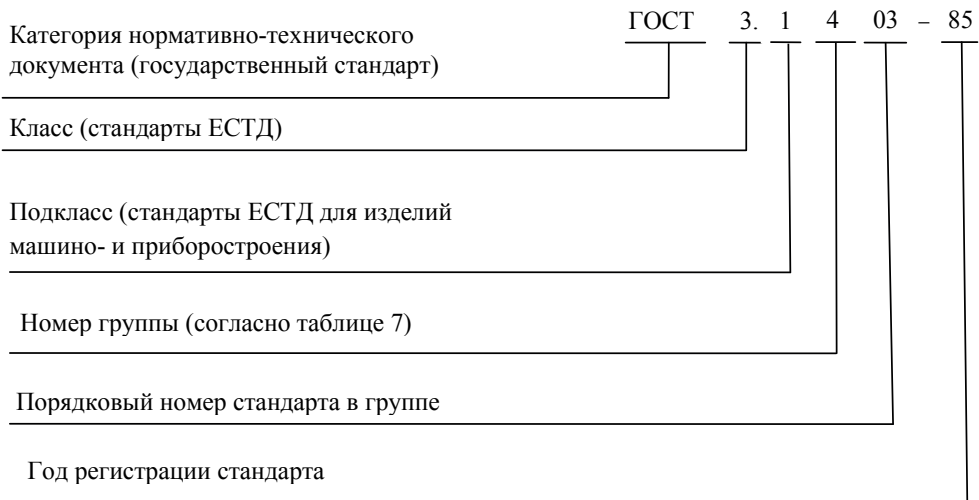


Рис. 2. Пример обозначения стандарта системы ЕСТД [12]

1.3.2. Виды технологических документов и их назначение

В зависимости от назначения технологические документы (далее — документы) подразделяют на основные и вспомогательные [13].

Основные технологические документы — документы, содержащие сводную информацию, необходимую для решения одной или комплекса инженерно-технических, планово-экономических и организационных задач; а также полностью и однозначно определяющие технологический процесс (операцию) изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) [13].

К **вспомогательным** относят документы, применяемые при разработке, внедрении и функционировании технологических процессов и операций, например, карту заказа на проектирование технологической оснастки, акт внедрения технологического процесса и др. [13].

Основные технологические документы делятся на 2 группы [13]:

- технологические документы общего назначения — это технологические документы, применяемые в отдельности или в комплектах документов на технологические процессы (операции) *независимо* от применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий).
- технологические документы специального назначения — это документы, применяемые при описании технологических процессов и операций *в зависимости от типа и вида производства* и применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий).

К технологическим документам общего назначения относятся:

Титульный лист (ТЛ) — предназначен для оформления комплектов технологических документов на изделия, технологические процессы или отдельные виды документов. В комплекте является первым листом, самостоятельного хождения не имеет [13].

Технологическая инструкция (ТИ) — предназначена для указания текстовой информации, связанной с описанием повторяющихся приемов работы, действий по наладке и настройке средств технологического оснащения, приготовлению растворов и смесей, а также групповых и типовых технологических процессов (операций). Может применяться в качестве самостоятельного документа [13].

Карта эскизов (КЭ) — графический документ, предназначенный для указания дополнительной информации в виде эскизов, схем, таблиц к текстовым документам и документам, разбитым на графы. Входит в комплект документов. Может быть заменена копией чертежей [13].

В технологические документы специального назначения входят:

Маршрутная карта (МК) — документ, предназначенный для маршрутного или маршрутно-операционного описания или указания полного состава технологических операций, включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных, трудовых и нормативных затратах. Форма является универсальной, то есть ее можно использовать как операционную (МК/ОК) или в качестве технологической инструкции (МК/ТИ) [13].

Карта технологического процесса (КТП) — документ, предназначенный для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки с указанием переходов и оборудования [13].

Карта типового (группового) технологического процесса (КТТП) — служит для описания типового (группового) технологического процесса изготовления или ремонта изделий в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах. Применяют совместно с ВТП [13].

Операционная карта (ОК) — служит для описания технологических операций с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяется при разработке единичных технологических процессов [13].

Карта типовой (групповой) операции (КТО) — служит для описания типовой (групповой) операции с указанием последовательности выполнения переходов и общих данных о средствах технологического оснащения и режимах. Применяют совместно с ВТО [13].

Карта технологической информации (КТИ) — служит для указания дополнительной информации, необходимой при выполнении отдельных операций (технологических процессов) и связанной с применением уникальных средств технологического оснащения, прогрессивных методов изготовления и ремонта изделия [13].

Комплектовочная карта (КК) — документ предназначен для указания данных о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия. Применяют при разработке технологических процессов сборки [13].

Ведомость технологических маршрутов (ВТМ) — служит для указания технологического маршрута изготовления или ремонта изделия по подразделениям предприятия. Применяется для решения технологических и производственных задач [13].

Ведомость оснастки (ВО) — служит для указания применяемой технологической оснастки при выполнении технологического процесса изготовления и ремонта изделия [13].

Ведомость оборудования (ВОБ) — служит для указания применяемого оборудования при выполнении технологического процесса изготовления и ремонта изделия. Допускается объединение форм ВО и ВОБ при небольшом количестве оборудования и оснастки. В этом случае создают ВОБ, которая содержит сведения об оборудовании, оснастке, инструменте [13].

Ведомость материалов (ВМ) — служит для указания данных о поштатейных нормах расхода материала, заготовках, технологическом маршруте изделия. Применяется для нормирования материалов [13].

Технологическая ведомость (ТВ) — служит для комплексного указания технологической и организационной информации, используется перед разработкой комплекта документов на технологические процессы (операции) и применяется на одном из первых этапов технологической подготовки производства [13].

Ведомость технологических документов (ВТД) — служит для указания полного состава документов, необходимых для изготовления или ремонта изделия. Применяется при передаче комплекта документов с одного предприятия на другое или внутри предприятия. Включает в себя инструкции по охране труда [13].

Более полный перечень и описание документов приведен в ГОСТ 3.1102–2011.

1.3.3. Требования ЕСТД по оформлению технологических документов. Основные положения по выбору и построению форм технологических документов

Формы технологических документов, применяемые при их разработке в организациях и на предприятиях, должны соответствовать требованиям стандартов ЕСТД, требованиям отраслевых стандартов и стандартов предприятий, разработанных в развитие и на основании стандартов ЕСТД [14].

Формы служат основным документом для изготовления бланков документов (рис. 3). Бланк — это когда все поля формы заполнены.

Рис. 3. Форма и бланк ведомости оснастки

Требования по оформлению документов общего назначения

Требования к технологическим документам общего назначения регламентируются ГОСТ 3.1105–2011. К документам общего назначения относят титульный лист (ТЛ), технологическую инструкцию (ТИ) и карту эскизов (КЭ) [15].

Титульный лист (ТЛ) применяют для оформления:

- комплекта технологических документов на отдельные технологические процессы (операции), специализированные по методам изготовления или ремонта;
- комплекта технологических документов на отдельные технологические процессы изготовления или ремонта изделий;
- отдельных технологических документов, если они имеют самостоятельное применение [15].

Титульный лист является первым листом комплекта технологических документов.

Для оформления ТЛ следует применять формы 1–4 ГОСТ 3.1105–2011:

- форму 1 следует применять для комплекта документов (документации), выполненных на формате А4 с вертикальным расположением поля подшивки (или с преобладанием документов, выполненных на таком формате) (рис. 4);

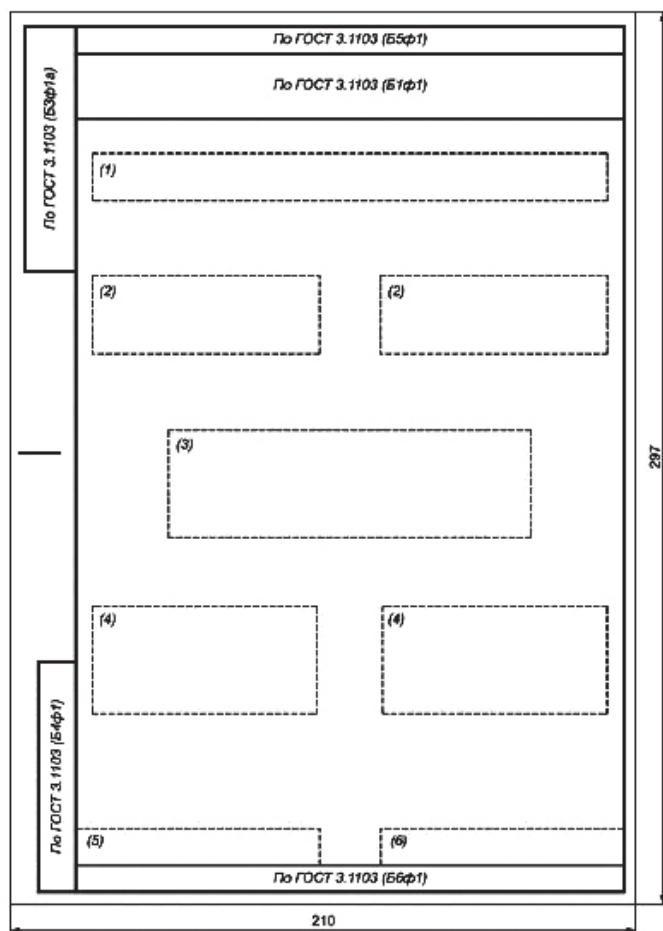


Рис. 4. Титульный лист по форме 1 [15]

- форму 2 следует применять для комплекта документов (документации), выполненных на формате А4 с горизонтальным расположением поля подшивки (или с преобладанием документов, выполненных на таком формате) (рис. 5);

Рис. 5. Титульный лист по форме 2 [15]

- форму 3 (рис. 6) следует применять для комплекта документов (документации), выполненных на формате А3 (или с преобразованием документов, выполненных на таком формате);

Рис. 6. Титульный лист по форме 3 [15]

- форму 4 (рис. 7) следует применять для комплекта документов (документации), выполненных методом автоматизированного проектирования (или с преобладанием таких документов в комплекте) на алфавитно-цифровых печатающих устройствах (АЦПУ), имеющих максимальное количество шагов печати в строке, равное $t_{\max} = 128$ [15].

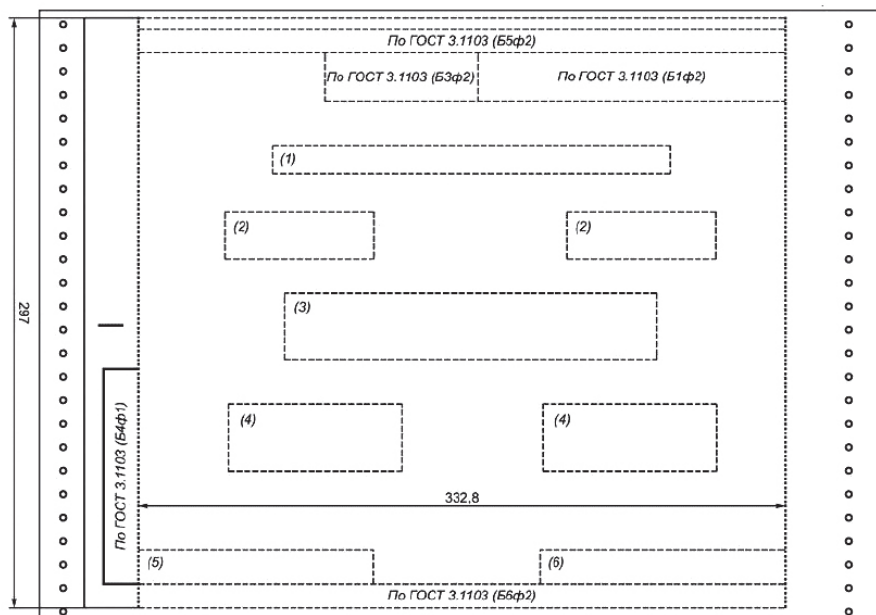


Рис. 7. Титульный лист по форме 4 [15]

Заполнение титульного листа также регламентируется стандартом [15]. Для удобства заполнения документа свободная его часть разделена на поля.

На поле 1 выносятся:

- наименование министерства или ведомства, в систему которого входит организация (предприятие), разработавшая данный комплект (комплекты) документов (документации),
- ниже наименования министерства или ведомства — наименование промышленного объединения, в которое входит организация (предприятие), разработавшая данный комплект (комплекты) документов (документации),
- далее наименование организации-разработчика при невозможности внесения этого наименования в графу 1 основной надписи (в этом случае графу 1 основной надписи не заполняют).

На поле 2:

- в левой части — должность и подпись лица, *согласовавшего* комплект (комплекты) документов (документации) от заказчика с указанием, при необходимости, наименования (обозначения) соответствующей организации;
- в правой части поля — должность и подпись лица, *утвердившего* комплект (комплекты) документов (документации). Расположение грифов согласования и утверждения на поле 2 устанавливает разработчик документа при подготовке к размножению бланков.

На поле 3 — наименование комплекта документов (документации) или наименование вида документа.

Запись данных на поле 3 следует выполнять в следующем порядке:

- на первой строке прописными буквами — наименование комплекта документов (документации) или отдельного вида документа,
- на второй и последующих строках строчными буквами;
- для комплекта технологической документации — указание общего понятия изготовления или ремонта изделия (деталей, сборочных единиц) без указания применяемого метода, например:

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
изготовления изделия

- для комплекта документов на технологический процесс (операции) — наименование (или аббревиатуру) вида технологического процесса (операции) по организации производства, например — единичный технологический процесс (ЕТП), типовой (групповой) технологический процесс ТТП (ГТП), типовая (групповая) технологическая операция ТО (ГО) и наименование основного технологического метода, применяемого при изготовлении, например:

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на групповой технологический процесс электролитического покрытия

На поле 4:

- в левой части — должности и подписи лиц, подтвердивших согласование комплекта документов (документации), отдельного вида документа с подразделениями предприятия (организации), отвечающими за отдельные технологические методы, применяемые при изготовлении (ремонте) изделий и (или) их составных частей, например главного металлурга, главного сварщика и т. п.;
- в правой части — должности и подписи лиц, ответственных за разработку комплекта (комплектов) документов (документа-

ции) или отдельного вида документа. Справа от каждой подписи проставляют инициалы и фамилию лица, подписавшего документ, а ниже подписи — дату подписания.

На поле 5 — номер акта и дата внедрения технологического процесса (операции), свидетельствующего о внедрении комплекта документов (документации) в производство.

На поле 6 — отметка о соответствии комплекта (комплектов) документов (документации) на технологические процессы (операции) отдельным «Положениям» или «Руководствам», действующим в отраслях промышленности.

Дополнительные визы должностных лиц, при необходимости, допускается указывать на поле подшивки ТЛ.

Технологическая конструкция (ТИ) применяется для описания:

- процессов непрерывных или имеющих четкую определенную последовательность;
- процессов, специализированных по отдельным методам, применяемым для изготовления или ремонта изделий и/или их составных частей, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД (например, сварочные работы);
- работы, имеющей общий и повторяющийся характер, независимо от состава изготавливаемых или ремонтируемых изделий и/или их составных частей, например, приготовление электролитических растворов, клеев, смол, компаундов, смесей материалов и т. д.
- правил эксплуатации средств технологического оснащения;
- физических и химических явлений, возникающих при выполнении отдельных технологических операций; настроечных и регулировочных работ и т. п. [15].

ТИ служит для маршрутно-операционного описания процесса. Если работы ведутся по конкретному чертежу, то в основной надписи указывается код конкретного чертежа.

У ТИ должна быть обязательно вводная часть, которая не имеет наименования; здесь должна быть указана цель разработки ТИ, на основании каких документов она разработана, для кого предназначена. В самом начале ТИ должны быть указаны требования ТБ, в том числе общие положения (место и условия проведения работ; требования к персоналу, который может быть задействован, и к руководителю работ), а также меры безопасности. Описание в ТИ следует выполнять в технологической последовательности выполнения действий и в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1129—93 и ГОСТ 3.1130—93.

Для разработки ТИ следует использовать форму 5 (рис. 8) и 5а (рис. 9) [15].

Карту эскизов (КЭ) применяют для разработки графических иллюстраций, таблиц к текстовым документам. Она оформляется на формах 6 и 6а (вертикальное расположение поля подшивки, формат А4), 7 и 7а (горизонтальное расположение поля подшивки, формат А4) и 8 и 8а (формат А3) [15].

Над эскизом обязательно указывается номер операции, к которой относится эскиз. Оформляется КЭ согласно требованиям ЕСКД.

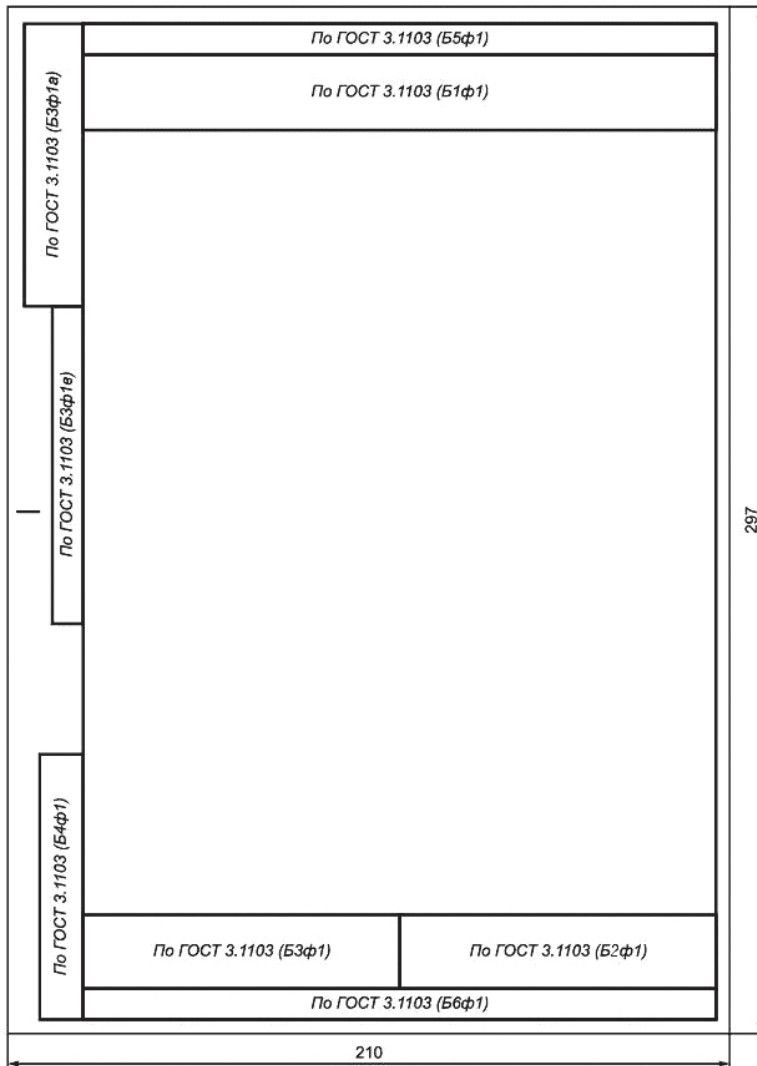


Рис. 8. Заглавный лист ТИ

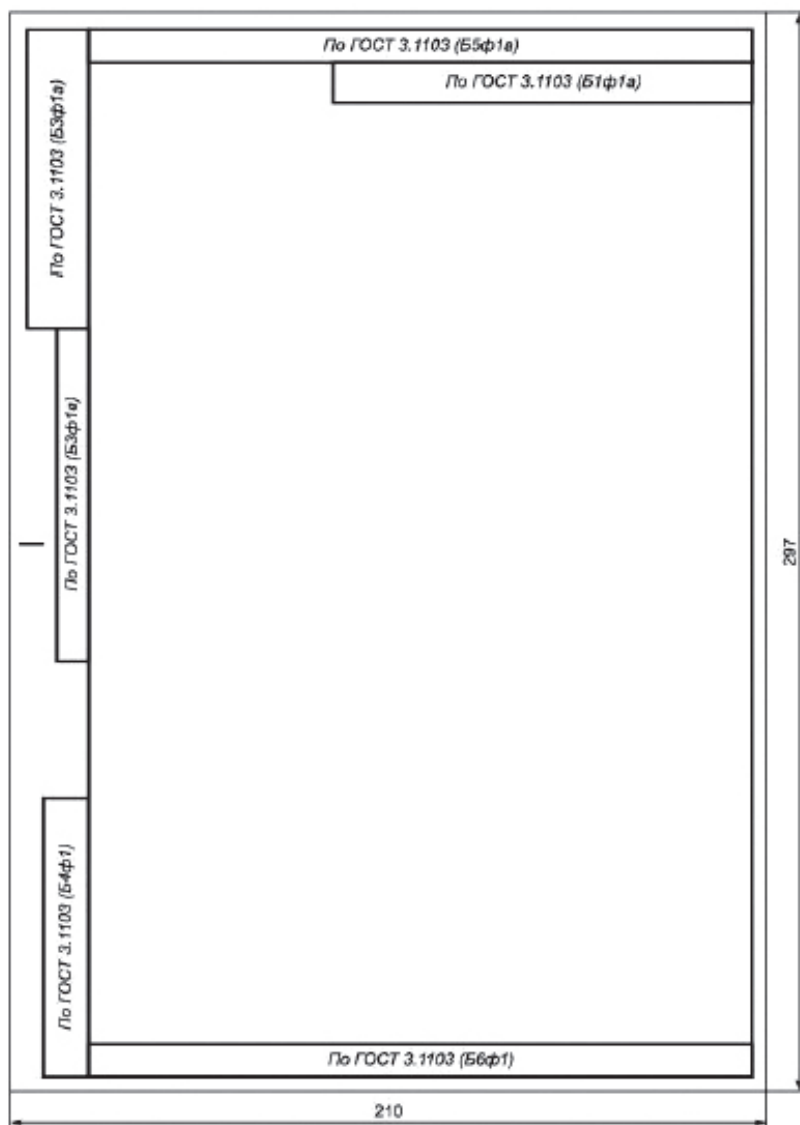


Рис. 9. Последующие листы ТИ

Примеры оформления документов общего назначения представлены на рис. 10–13.

				XXXXX.XXXXXX		3	1
НПО «РМТМ»		—		—		XXXXX.XXXXXX	
Контроль качества сварки корпуса редуктора						A	
<p>МИНИСТЕРСТВО СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</p> <p>Утверждено Гл. инженер Б.А. Костин 25.03.2009</p> <p>Технологическая инструкция</p> <p>Гл. сварщик И.И. Давыдов 23.03.2009</p> <p>Зав. лаб. Е.Н. Ларин 22.03.2009</p>							
Доп. Взам. Продл.	18.12.09	24.03.09	4	08.04.09	20.03.09		
ТЛ		Инструкция 484.bxl				v. 12.3	

Рис. 10. Пример оформления титульного листа

технологической инструкции

		□ XXXXX.XXXXX		2	
		—		25290.00045	
<p>Осмотр рекомендуется проводить с помощью лупы с четырехкратным увеличением, штангенциркулем и масштабной линейкой.</p> <p>При осмотре необходимо проверять:</p> <ul style="list-style-type: none"> - соответствие расположения сварных точек чертежу; - отсутствие наружных дефектов (трещин, прожогов). <p>Отпечатки сварных точек должны иметь форму и размеры, соответствующие указанным в конструкторских документах.</p> <p>Образцы технологической пробы следует применять для каждого изделия.</p>					
Дубл.	Взам.	Подп.	ТИ	25290_00045.btx	v. 12.3

Рис. 12. Пример оформления последующих листов технологической инструкции

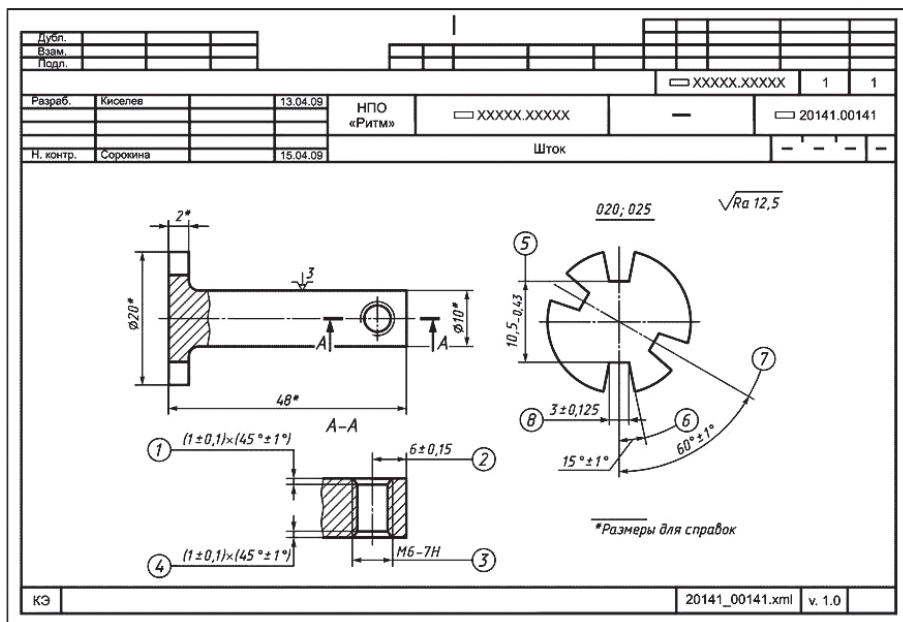


Рис. 13. Пример оформления карты эскизов

Требования по оформлению документов специального назначения

Документами специального назначения называются документы, применяемые при описании технологических процессов и операций *в зависимости от типа и вида производства* и применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий).

Тип производства — классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции (различают единичное, серийное, массовое) [16].

Маршрутное описание технологического процесса — сокращенное описание всех технологических операций в МК в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов [16].

Операционное описание технологического процесса — полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов [16].

Маршрутно-операционное описание — сокращенное описание всех технологических операций в МК в последовательности их выполнения, с полным писанием отдельных операций в других технологических документах [16].

Технологический переход — законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке [16].

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы [16].

Маршрутная карта (МК) является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов (далее — документов), разрабатываемых на технологические процессы изготовления или ремонта изделий и их составных частей [17].

Стандартом предусмотрено восемь форм МК, выбор и установление области применения форм МК осуществляет разработчик документов по табл. 7.

Таблица 7

Назначение форм МК [17]

Вид технологического процесса	Номер формы МК	Назначение формы МК	Применяемый метод проектирования
Единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов обработки	1	Первый или заглавный лист	Все методы
	3		Автоматизированное
	5		
Единичные технологические процессы сборки (разъемные и неразъемные соединения)	2		Все методы
	4		Автоматизированное
	6		
Типовые и групповые технологические процессы, выполняемые с применением различных методов изготовления и ремонта	2		Все методы
	4		Автоматизированное
	6		
Единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов изготовления и ремонта	2		Все методы
	4		Автоматизированное
	6		
Единичные, типовые и групповые технологические процессы, выполняемые с применением различных методов изготовления и ремонта	1б	Последующие листы	Все методы
	3б		Автоматизированное
	5а		
	1а	Оборотная сторона	Не механизированное и не автоматизированное
	3а		

Особенностью документов, разбитых на графы, является способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк.

При этом каждому типу строки соответствует свой служебный символ (табл. 8).

Таблица 8

Служебные символы строк в МК [17]

Обозначение служебного символа	Содержание информации вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
В	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)
Г	Обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)
Д	Код, наименование оборудования (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)
Е	Информация по трудозатратам (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)

Окончание табл. 8

Обозначение служебного символа	Содержание информации вносимой в графы, расположенные на строке
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке
Л	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)
Н	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием обозначения деталей, сборочных единиц, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки)

Последовательность заполнения информации для каждой операции по типам строк приведена в табл. 9.

Таблица 9

Последовательность заполнения строк в МК [17]

Вид технологического процесса	Вид описания технологического процесса (операции)	Номер формы МК	Очередность заполнения служебных символов
Единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов обработки	Маршрутное	1, 5	М01, М02, А, Б, О, Т
		1а, 1б, 5а	А, Б, О, Т
		3	М01, М02, М03, В, Г, Д, Е, О, Т
	Операционное	3а, 3б	В, Г, Д, Е, О, Т
		1, 5	М01, М02, А, Б
		1а, 1б, 5а	А, Б
		3	М01, М02, М03, В, Г, Д, Е

Окончание табл. 9

Вид технологического процесса	Вид описания технологического процесса (операции)	Номер формы МК	Очередность заполнения служебных символов
Единичные технологические процессы сборки	Маршрутное	3а, 3б	В, Г, Д, Е
		2, 6	А, Б, К, М, О, Т
		1а, 1б, 5а	А, Б, К, М, О, Т
		4	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, О, Т
		3а, 3б	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, О, Т
Единичные технологические процессы сборки	Операционное	2, 6	А, Б, К, М
		1а, 1б, 5а	А, Б, К, М
		4	В, Г, Д, Е, Л, Н, М
		3а, 3б	В, Г, Д, Е, Л, Н, М
Типовые и групповые технологические процессы, выполняемые с применением различных методов изготовления и ремонта	Маршрутное	2, 6	А, Б, К, М, Т
		1а, 1б, 5а	А, Б, К, М, Т
		4	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, Т
		3а, 3б	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, Т
	Операционное	2, 6	А, Б, К, М, Т
		1а, 1б, 5а	А, Б, К, М, Т
		4	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, Т
		3а, 3б	В, Г, Д, Е, Л, Н, М, Т

При заполнении информации на строках, имеющих служебные символы А, Б, В, Г, Д, Е, К, Л, М, Н, следует руководствоваться правилами по заполнению соответствующих граф, расположенных на этих строках.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться требованиями государственных стандартов ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании технологического процесса на МК номер перехода следует проставлять в начале строки.

На рис. 14 и 15 представлены форма МК и возможный вариант ее заполнения [17].

Рис. 14. Форма маршрутной карты

ГОСТ 3.1118-82															Формы 2																	
Дубл.	Взам.	Подл.													2	1																
Разраб.			"СИГМА"												АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		—		АБВГ.10188.01432													
И.контр.			П а н е л ь												А																	
А	Цез	Уч.	РМ	Опер.	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КодЛ	ЕН	ОП	Конт.	Т.п.з	Т.шт.															
Б	Код						наименование оборудования											СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КодЛ	ЕН	ОП	Конт.	Т.п.з	Т.шт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код											СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КодЛ	ЕН	ОП	Конт.	Т.п.з	Т.шт.				
А01	10	01	—	005	XXXX	Комплектовочная	30188.00262; АБВГ.25188.01411																									
Б02	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Комплектовоч, стол						1	XXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	1	500	1	2,43	6,16														
03																																
04																																
А05	10	02	21	010	XXXX	Сварка	60188.01241; АБВГ.25188.07634																									
Б06	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Сварочно-монтаж, стол						2	XXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	1	500	1	1,15	3,51														
07																																
08																																
А09	10	02	22	015	XXXX	Сварка	60188.01242; АБВГ.25188.02634																									
Б10	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Сварочно-монтаж, стол						2	XXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	1	500	1	1,21	2,46														
11																																
12																																
А13	10	02	23	020	XXXX	Контрольная	60188.01243; АБВГ.25188.00122																									
Б14	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Испытательный стенд						2	XXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	1	500	1	1,18	1,52														
15																																
16																																
МК																																

Рис. 15. Пример оформления маршрутной карты

ГОСТ 3.1122—84 устанавливает формы и правила оформления следующих ведомостей специального назначения, применяемых в условиях технологической подготовки и управления производством и разрабатываемых с применением различных методов проектирования [18]:

- ведомости применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии (ВП/ДСЕ);
- ведомости технологических маршрутов (ВТМ);
- технологической ведомости (ТВ);
- ведомости оборудования (ВОБ);
- ведомости оснастки (ВО);
- ведомости технологических документов (ВТД);
- ведомости держателей подлинников (ВДП).

Аналогично предыдущему типу документов, здесь также информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

Стандарт предусматривает десять форм ведомостей, каждая из которых имеет свое назначение [18]:

Формы 1 и 1а ведомости применяемости являются унифицированными и их можно использовать для разработки документов следующих видов:

- ведомости применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии (рис. 17);
- ведомости применяемости стандартных, покупных, оригинальных деталей и сборочных единиц в изделии (ВП/СОП);
- ведомости сборки изделия (ВП/ВСИ);
- ведомости технологических маршрутов;
- технологической ведомости.

Формы 2 и 2а (вертикальное поле подшивки) и 3 и 3а (горизонтальное поле подшивки) являются унифицированными, и их можно использовать для разработки ведомости оснастки и ведомости оборудования (рис. 16).

Формы 4, 4а и 5, 5а являются унифицированными, и их можно использовать для разработки ведомости технологических документов и ведомости держателей подлинников.

ГОСТ 3.1123–84 устанавливает формы и правила оформления документов, применяемых при нормировании расхода материалов, а именно ведомости материалов (ВМ), ведомости специфицированных норм расхода материалов (ВСН), ведомости удельных норм расхода материалов (ВУН); комплектовочной карты (КК) [19].

Для описания процессов и операций, специализированных по методам сборки (включая сварку, пайку, клепку, монтаж, склеивание, обмотку и изолирование, а также промывку, пропитку, сушку, настройку, регулировку, выполнение слесарных и прочих операций) отдельно или комплексно применяемых при изготовлении изделий (составных частей изделий) машиностроения и приборостроения используются формы операционных карт, регламентированные ГОСТ 3.1407–86 [20].

Общие правила записи технологической информации в технологических документах

Правила записи технологической информации сосредоточены в стандарте ГОСТ 3.1129–93, а также в седьмой классификационной группой стандартов ЕСТД (ГОСТ 3.1703–79, ГОСТ 3.1705–81).

Информация, вносимая в технологические документы, по своему виду подразделяется [21]:

- на информацию с текстом, разбитым на графы;
- информацию со сплошным текстом;
- графическую информацию.

Информация с текстом, разбитым на графы, может быть представлена:

- в виде информации, объединенной в специализированные блоки информации с присвоением им определенного служебного символа, например М — для материалов, Е — для трудозатрат и т. п.;
- в виде отдельных элементов информации, не привязанных к служебным символам, например, код и наименование операции (в операционных картах), обозначение инструкции по охране труда (ИОТ), данные об опоке, отливке и т. п.

ГОСТ 3.1122-84 Форма 1

5 1

ИПО, Ритм

АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ

—

71100. 00261

Редуктор

А

С ИПО Обозначение ДСЕ Наименование ДСЕ КП

П ЕВ ЕН КСЕ КН Куда входит СВ

И Обозначение по ТКД Обозначение ТД

Ц Маршрут

С 01 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Корпус редуктора

П 02 шт. — 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1

03

С 04 2 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Крышка

П 05 шт. — 1 2 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1

06

С 07 3 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Корпус

П 08 шт. — 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1

09

С 10 4 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Кольцо

П 11 шт. — 2 4 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1

12 шт. — 2 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 2

13

С 14 5 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Вал первичный

П 15 шт. — 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1

16

С 17 6 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Шестерня

П 18 шт. 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 2

19

С 20 7 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Вал вторичный

П 21 шт. — 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 3

22

С 23 8 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ Шестерня

П 24 шт. — 1 1 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 3

25

Разраб. Воронев И. И. 18.06.84

Н. контр. Светлова Л. С. 19.06.84

ВР/ДСЕ

Рис. 16. Пример оформления ведомости применяемости деталей сборочных единиц

ГОСТ 3.1122-84										Форма 2	
										4	1
НПО „Ритм“		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				-		42100.00137			
Редуктор										А	
С	НПП	Обозначение ДСЕ				Наименование ДСЕ				Кл	
В	Цех	Уч.	РН	Опер.		Код, наименование операции					
Т	Опер.	Обозначение ТО				Код, наименование ТО					
Д	НПП	Код, наименование оборудования									
С 01	1	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				Корпус					
Т 02	005	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Приспособление Фрезерн.			
	03	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				2		Фреза дисковая			
	04	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				Шаблон					
	05										
	06	010	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Кондуктор базовый		
	07	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Сверло Ø6,8 ГОСТ ХХХХ-ХХ			
	08	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Сверло Ø30,2 ГОСТ ХХХХ-ХХ			
	09	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Пробка			
	10	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Пробка			
	11										
	12	015	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Кондуктор базовый		
	13	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				2		Втулка сменная			
	14	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				4		Втулка сменная			
	15	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Зенкер ГОСТ ХХХХ-ХХ			
	16	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Метчик М8х1,25 ГОСТ ХХХХХ-ХХ			
	17	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Шаблон специальный			
	18										
	С 19	2	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				Вал передний				
	Т 20	005	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Патрон трехшлицевый		
	21	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Резец Т15К6 ГОСТ ХХХХХ-ХХ			
	22	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ				1		Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,10			
	23	ГОСТ ХХХХХ-ХХ									
	24										
	25										
Автом. разр. подп.					Разраб.	Воробьева		30.04.84		18.06.84	
					Н.контр.	Светлова		22.05.84		19.08.84	
80/806											

Рис. 17. Пример оформления ведомости оснастки и оборудования

Информацию со сплошным текстом следует применять для указания общих требований к процессу или операции, для записи содержания операций или переходов, указания требований по охране труда и т. п.

Графическую информацию следует применять для иллюстрации выполняемых действий дополнительно к информации со сплошным текстом или с текстом, разбитым на графы [21].

В зависимости от назначения в информации со сплошным текстом и информации с текстом, разбитым на графы, можно условно выделить следующие виды информации [21]:

- адресная информация о технологическом процессе;
- адресная информация об операции (операциях);
- информация о применяемых в операции документах;
- информация о рабочих местах;
- информация о применяемых материалах (основных и вспомогательных);
- информация о комплектующих составных частях изделия (детали, сборочные единицы как собственного изготовления, так и покупные);
- информация о трудозатратах;
- информация общего характера к процессам и операциям;
- информация о требованиях к выполняемым действиям;
- информация о технологической оснастке;
- информация о технологических режимах.

Рассмотрим особенности внесения некоторых видов информации.

Адресную информацию о технологическом процессе следует указывать на первом листе комплекта документов. Она включает: информацию об обозначении изделия и его наименовании, на которое разработан процесс в соответствии с конструкторским документом; информацию по Технологическому классификатору деталей машиностроения и приборостроения 1 85 142 (ТКД); информацию об обозначении комплекта документов на процесс; информацию по стадии разработки технологического процесса; информацию по наименованию комплекта документов на технологический процесс; информацию о лицах, участвующих в согласовании и утверждении комплекта документов на процесс.

Адресная информация об операции (операциях) указывается в начале документа (после основных надписей) и включает: указательную информацию по месту выполнения соответствующих действий, то есть обозначение цеха, участка, рабочего места; порядковый номер операции; код операции по Классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения 1 85 151 (далее — КТО), а также ее наименование.

Нумерацию операций следует выполнять числами ряда арифметической прогрессии, например 5; 10; 15; 20 и т. д. Промежуточные цифры, при необходимости, используются для нумерации операций, разрабатываемых дополнительно или взамен аннулированных, ввиду

изменения чертежа, уточнения технологического процесса и т. п. Нумерация аннулированной операции не применяется.

Например, в МК аннулирована операция 15 и вместо нее вводятся две другие операции: одной из них присваивается номер 16, другой — 17, а номер 15 больше не применяется.

В условиях обработки или проектирования документов с применением средств вычислительной техники нумерацию операций следует выполнять трехзначным числом, например 005; 010; 015 и т. д. Допускается применять четырехзначную нумерацию, например 0005; 0010; 0015; 0020 и т. д.

Запись наименования операции следует выполнять по КТО в полной или краткой форме после кода операции с прописной буквы в нижней части строки (оставляя верхнюю часть для внесения изменений).

Согласно ГОСТ 3.1705—81 устанавливаются следующие формы записи наименования операции [22]:

- полная;
- краткая.

Полная запись наименования операции совпадает с наименованием вида (способа) сварки в данной операции. Применяется в маршрутной карте при маршрутном описании технологического процесса, если входящие в операцию переходы не отличаются видом (способом) сварки.

Краткой записью наименования операции является «Сварка». Применяется в документах любого вида, если входящие в операцию переходы отличаются видом (способом) сварки.

При необходимости в наименование операции включают указания о выполнении сварки прихватками, степени механизации сварки и другие дополнительные сведения (например, «Ручная дуговая сварка прихватками», «Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом») [22].

Запись информации о применяемых в операции документах выполняется в следующем порядке (табл. 10) [21]:

Таблица 10

Порядок ссылки на применяемые документы в ТД

Очередность указания	Условные обозначения видов документов по ГОСТ 3.1102
1	ВО; ВУН; КК
2	МК; КТП; КТТП

Окончание табл. 10

Очередность указания	Условные обозначения видов документов по ГОСТ 3.1102
3	ВТП; ОК; КТО; ВТО; КТИ
4	ТИ
5	ИОТ

При отсутствии какого-либо документа ссылка осуществляется на следующий за ним согласно иерархии.

Запись *информации в документах о применяемых материалах* выполняют в строке с индексом «М» или в документах, дополнительно вводимых в комплект документов с целью указания заменяемых материалов, следует применять следующие формы документов (МК/ВМ, МК/КК).

При необходимости записи данных по вспомогательным материалам ее выполняют только после указания данных по основным материалам в очередности их технологического применения.

Информацию общего характера к технологическому процессу (операции) записывают, при необходимости, перед описанием операций (переходов).

После указания этой информации перед описанием первой операции (перехода) рекомендуется оставлять две — три строки свободными.

Информация о требованиях к выполняемым действиям имеет массовый характер и применяется в документах при описании содержания операций.

Описание операций всегда выполняют с привязкой к служебному символу «О».

Запись содержания операции (перехода) должна включать (рис. 18) [22]:

- ключевое слово («Сварить», «Прихватить», «Приварить», «Подварить», «Заварить» или «Выполнить»);
- наименование вида (способа) сварки, если в документе применена краткая запись наименования операции или соответствующее ей кодовое обозначение;
- информацию о прихватках, содержащую данные об их размерах, количестве и/или расположении (только для переходов с ключевым словом «Прихватить»), если она отсутствует на эскизе

или не указана в соответствующих графах документа. При записи информации о прихватках следует применять вспомогательные знаки и обозначения данных по ГОСТ 2.312 и стандартам на основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений;

- указание на свариваемые детали, выполняемые швы или другие объекты.

При необходимости в запись содержания операции (перехода) включают:

- особые условия сварки (положение сварки, последовательность ее выполнения и др.). Они могут быть записаны отдельными предложениями (например, «Сварку производить после остывания до температуры ниже 473 К и зачистки каждого предыдущего валика») в конце записи содержания перехода (операции), на эскизе или в графе «Особые указания».
- ссылку на документы, содержащие информацию, которая дополняет или разъясняет текстовую запись (эскиз, чертеж и др.).



Рис. 18. Запись содержания операции (перехода) сварки

При описании операции следует указывать в технологической последовательности переходы зачистки, сборки и другие, если их выполняют на том же рабочем месте, где производится сварка, и те же исполнители. Для обозначения порядковых номеров переходов сле-

дует применять арабские цифры в порядке возрастания, например 1, 2, 3 и т. д. После указания перехода следует ставить точку.

Например:

1. Выполнить дуговую сварку в углекислом газе порошковой проволокой в положении «в лодочку» детали _____ согласно эскиза.

2. Прихватить швами $\nabla 8^{+1,5}$ мм, длиной 30 ± 5 мм в четырех диаметрально противоположных местах детали _____.

Запись операции на слесарные и слесарно-сборочные работы строится по тому же принципу, что и сварочные операции (рис. 19) [23].

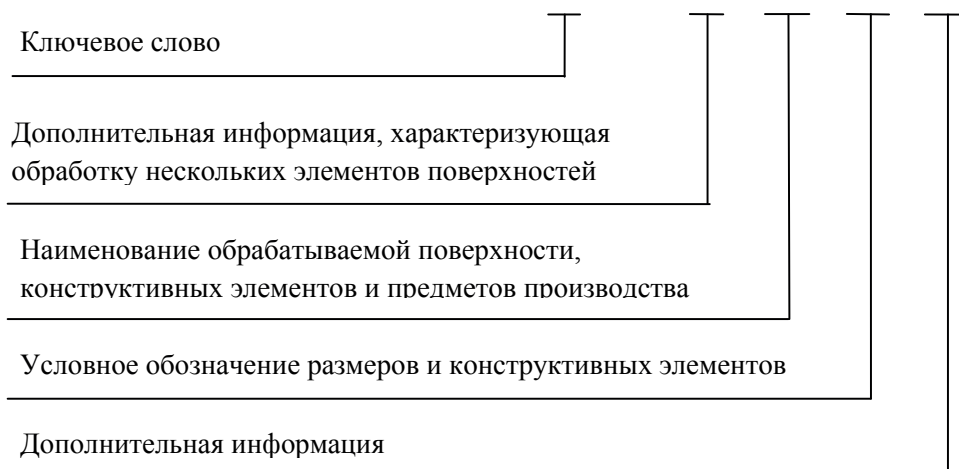


Рис. 19. Запись содержания слесарной операции (перехода)

Например:

1. Гнуть деталь, выдерживая размеры 1 и 2.

2. Собрать детали 2 и 5, выдерживая размер 1, обеспечивая герметичность.

Информацию по технологической оснастке следует записывать во всех документах, где описывают содержание операций. Указанная информация может быть записана и в сводный документ по оснастке на процесс — в ведомость оснастки (ВО) по ГОСТ 3.1122.

В документах, где описывают содержание операции, указание информации по технологической оснастке выполняют после содержания:

- операции — при маршрутном описании технологического процесса;
- перехода — при операционном описании технологического процесса.

Порядок очередности записи информации по технологической оснастке в документах к операции и переходу представлен в табл. 11 [21].

Таблица 11

Порядок очередности записи технологической оснастки

Очередность записи информации	Наименование видов технологической оснастки
1	Приспособление, штамп, прессформа, опока, кокиль, форма, модельный комплект и т. п.
2	Вспомогательный инструмент наладки и базовые приспособления
3	Режущий инструмент, слесарный инструмент
4	Средства измерения (приборы, измерительные устройства, калибры, скобы и т. п.)

Информацию о технологических режимах указывают при операционном или маршрутно-операционном описании технологических процессов после записи информации о технологической оснастке с привязкой к служебному символу «О» или «Р».

При невозможности размещения информации по технологическим режимам на одной строке ее допускается переносить на последующую строку (последующие строки). Запись данных по технологическим режимам следует выполнять через разделительный знак «;».

При применении операционного описания технологического процесса и условия указания данных только по двум-трем параметрам допускается такую информацию записывать после текста содержания перехода.

Правила записи требований безопасности в технологических документах

Правила записи требований техники безопасности в технологических документах регламентируются ГОСТ 3.1120–83 [24].

Требования безопасности должны быть учтены в технологических документах или комплектах документов технологического процесса (операции) изготовления или ремонта изделий, включая контроль, испытания и перемещения.

Полноту отражения требований безопасности в документах устанавливает их разработчик с учетом особенностей выполнения технологического процесса (операции), норм и требований стандартов ССБТ, санитарных норм и правил, других нормативных и нормативно-технических документов, в которых изложены требования безопасности труда, утвержденных в установленном порядке [24].

Конкретное изложение требований безопасности в документах зависит от вида опасных и вредных производственных факторов и характера их воздействия на работающих, возможности возникновения пожара и взрыва при выполнении технологического процесса (операции), от применяемых материалов, средств технологического оснащения и действий, выполняемых исполнителями.

Требования безопасности излагают [24]:

- в виде текстового изложения перед описанием операций;
- в ТИ, в случае ее разработки. При разработке ТИ требования безопасности излагают в ТИ, а в соответствующих документах вместо изложения этих требований делается ссылка на обозначение ТИ;
- в виде ссылок на обозначение действующих на данном предприятии (в организации) инструкций по охране труда (ИОТ), соответствующих требованиям стандартов ССБТ, санитарных норм и правил, других нормативных и нормативно-технических документов по безопасности труда.

Необходимо указывать средства индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, защитные очки и др.) или обозначения (номера) комплектов средств индивидуальной защиты, средства коллективной защиты работающих (ограждения, защитные экраны, вентиляционные устройства и др.), а также средства технологического оснащения, обеспечивающие безопасность труда (пинцеты и щипцы для удаления деталей из зоны обработки, крючки для отвода и удаления стружки и др.), которые не являются составной частью используемого оборудования или технологической оснастки, но применяются совместно с этими средствами технологического оснащения, если они не указаны конкретно в ИОТ [24].

В технологической документации **не указывают** средства коллективной защиты, не предназначенные для использования непосредственно на рабочих местах при выполнении данного технологического процесса (операции), например общецеховые системы теплозащиты, вентиляции.

Установка и снятие с оборудования заготовок, деталей, сборочных единиц и технологической оснастки, масса которых превышает установленные нормы поднятия тяжестей вручную*, должны быть описаны в отдельных переходах или операциях или в ТИ с указанием применяемых средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных работ. При необходимости дается ссылка на типовую схему строповки или приводится схема строповки в КЭ или на поле для эскиза соответствующих документов, в которых описан данный технологический процесс (операция). Допускается схему строповки приводить в ТИ [24].

В ТИ в разделе «Требования безопасности» следует приводить конкретные требования по обеспечению безопасности при выполнении технологического процесса, на который разрабатываются технологическая документация или ссылки на соответствующие стандарты ССБТ, санитарные нормы и правила и другие нормативные и нормативно-технические документы, содержащие такие требования.

* Нормы предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную в случаях, когда выполняемая работа чередуется с другой работой (до 2 раз в час), предельно допустимая масса груза составляет 10 кг; при подъеме и перемещении тяжестей постоянно в течение смены — 7 кг;

Для мужчин предельно допустимая масса груза при подъеме и перемещении (разовом) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час) составляет: до 15 кг (оптимальные условия труда — легкая физическая нагрузка); до 30 кг (допустимые условия труда — средняя физическая нагрузка); до 35 кг (вредные условия труда — тяжелый труд 1-й степени); более 35 кг (вредные условия труда — тяжелый труд 2-й степени), а предельно допустимая масса груза для мужчин при подъеме и перемещении тяжести постоянно в течение рабочей смены составляет: до 5 кг (оптимальные условия труда — легкая физическая нагрузка); до 15 кг (допустимые условия труда — средняя физическая нагрузка); до 20 кг (вредные условия труда — тяжелый труд 1-й степени); более 20 кг (вредные условия труда — тяжелый труд 2-й степени).

Ссылку на обозначение применяемых ИОТ следует приводить с привязкой к каждой конкретной операции. Допускается общая ссылка на обозначение ИОТ для группы однотипных операций, выполняемых на одном и том же или однотипном оборудовании, при условии наличия такой ссылки на каждом листе этих документов для операций, описываемых на данном листе, например «ИОТ№ 44 (для опер. №№ 010, 020, 025)» [24].

Общую ссылку следует приводить в графе «Особые указания» или на отдельной строке документа перед первой описываемой на данном листе операцией. Данную ссылку допускается приводить в графе 23 блока Б5 основной надписи по ГОСТ 3.1103–2011.

При необходимости текстового изложения требований безопасности в МК, КТП, КТПП, ОК, КТО, ВОП его следует помещать **перед описанием** содержания операции (перехода) на отдельных строках по всей длине строк документа.

В КЭ выполняют, при необходимости, дополнительные пояснения к требованиям безопасности, изложенным в текстовых документах (или документах, текст которых разбит на графы), в виде графических иллюстраций или таблиц [24].

1.3.4. Особенности формирования комплектов технологических документов

Лишь в очень редких случаях у технолога есть возможность описать технологический процесс, используя один документ, например маршрутную карту. Как правило, для изложения всей информации (текстовой, графической) и специализации ее по типу (описание технологического процесса, используемые материалы, применяемое оборудование) технолог формирует комплект технологической документации.

Комплект технологической документации — совокупность комплектов документов технологических процессов и отдельных документов, необходимых и достаточных для выполнения технологических процессов при изготовлении и ремонте изделия или его составных частей [16].

Комплект документов технологического процесса — совокупность технологических документов, необходимых и достаточных для выполнения технологического процесса (операции) [16].

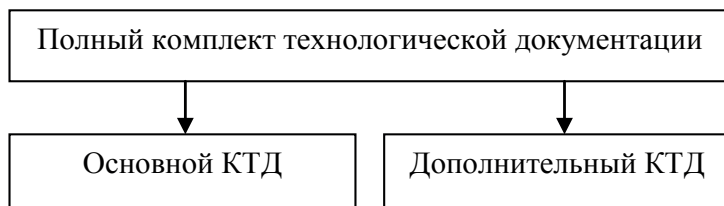


Рис. 20. Состав полного комплекта технологической документации [25]

Основной КТД может состоять из одного или нескольких комплектов технологической документации (КТД), по которым изготавливают сварное изделие, то есть он полностью и однозначно определяет технологический процесс. В нем могут быть ссылки на документы из дополнительного КТД.

Дополнительный КТД включает документы на операции, которые не связаны с изготовлением сварного изделия, например прокатка электродов. Для этого должен быть КТД на прокатку (например, ТИ). Большинство контрольных операций также не связаны с конкретным изделием. Необходимы технологические инструкции (ТИ) по входному контролю электродов, ТИ на входной контроль проката и др. Таким образом, в дополнительный КТД входит множество отдельных технологических документов, работы по которым не связаны с изготовлением конкретного сварного узла, однако необходимы на предприятии.

Полный КТД хранится у изготовителя или исполнителя работ. Хранить этот комплект нужно на всем жизненном цикле продукции. Владелец или потребителю эти документы не передают.

Если речь идет о ремонте, монтаже или отдельных частях изделия, то дополнительный КТД остается у исполнителя, а основной КТД передается владельцу конструкции изделия, но копия у исполнителя должна остаться.

Требования к формированию комплектов документов различаются в зависимости от того, единичный или типовой, групповой технологический процесс разрабатывается. Итак, требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы регламентирует ГОСТ 3.1119–83, а требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые

и групповые технологические процессы — ГОСТ 3.1121–84. Эти стандарты устанавливают зависимость применяемых форм от типа производства, стадии разработки ТД и степени детализации описания технологического процесса [25, 26].

Дадим некоторые определения:

Единичный технологический процесс — технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства [16].

Типовой технологический процесс — технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками [16].

Групповой технологический процесс — технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными и общими технологическими признаками [16].

Типовая технологическая операция — технологическая операция, характеризующаяся единством содержания и последовательности технологических переходов для группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками [16].

Групповая технологическая операция — технологическая операция совместного изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками [16].

Рекомендации по оптимизации оформления комплектов документов на технологические процессы сварочного производства

Рекомендации по оптимизации:

- информации, которая приведена в КТД, должно быть достаточно для полного исполнения работ. Исполнитель не должен пользоваться другими НД;
- информации, которая приведена в КТД должно быть достаточно для вывода о правильности разработанной технологии. Речь идет о работе экспертов или инспекторов надзорных организаций;
- комплект должен содержать минимальное количество видов документов, иметь минимально необходимый объем.

Рассмотрим два противоположных варианта формирования комплекта технологических документов — максимально малое количество документов и максимально большое.

I вариант: ТЛ+ТИ.

II вариант: ТЛ+ВТД+ВОБ+ВО+МК+ОК+КК+КИ+КТИ+КЭ.

Сравним эти комплекты:

Первый вариант — 2 вида документов:	Второй вариант — 10 видов документов:
+ удобство заполнения; + меньше объем; + меньше форм документов; + комфорт в работе (все эскизы и таблицы под рукой)	— сложность заполнения; — большой объем; — трудно найти нужную информацию (эскиз, таблицу) в большом объеме бумаг
— в случае оформления ТИ по разделам трудно найти конкретную информацию (например, режим сварки определенного шва); — при большом количестве работников, занятых в реализации техпроцесса, у каждого из них будет «лишняя» информация (например, сварщику не нужна информация по контролю, если его осуществляет другой человек).	+ вся информация приводится по типам (описание техпроцесса, материалы и пр.); + каждому работнику (и другим службам предприятия) может быть выдана та часть информации, которая необходима в данный момент (например, карта на определенную операцию).

Примечание: знаком «+» обозначены положительные качества варианта, знаком «—» отрицательные

Использование универсальных форм, то есть таких форм, в которых стандарт разрешает вносить информацию разных типов позволяет сократить объем КТД и количество разрабатываемых форм документов. Одной из таких универсальных форм является форма МК. Для сокращения количества форм ВОБ и ВО допускается заменить ВОБ, а данные из форм ОК, КК, КТИ занести в МК. Тогда структура комплекта по второму варианту будет выглядеть следующим образом:

II вариант:* ТЛ+ВТД+ВОБ+МК+КИ+КЭ.

На практике часто технологический процесс изготовления или ремонта изделия выполняется одной бригадой от начала до конца. Поэтому еще один способ сокращения объема КТД — это применение маршрутно-операционного описания техпроцесса.

Все КТД проходят нормоконтроль, согласование, утверждение. После этого никто не имеет права вносить в них изменения.

Нормоконтроль технологической документации

Нормоконтроль технологической документации (комплектов технологической документации) осуществляется в соответствии с ГОСТ 3.1116–2011 [27].

Нормоконтролю подлежит технологическая документация в бумажной форме или в виде электронного технологического документа на всех стадиях разработки.

Основная цель нормоконтроля технологической документации — повышение уровня типизации технологических процессов, унификации технологических документов (далее — документов), оборудования и оснастки, сокращение сроков подготовки производства, снижение себестоимости и улучшение качества выпускаемой продукции [27].

Основные задачи проведения нормоконтроля [27]:

- соблюдение нормативных требований в условиях выпуска документов ручным и автоматизированным способами;
- правильность оформления документов в соответствии с требованиями нормативного документа (НД);
- достижение в разрабатываемых технологических процессах необходимого высокого уровня типизации на основе широкого использования ранее разработанных и освоенных в производстве типовых и групповых технологических процессов (операций);
- рациональное использование установленных ограничительных номенклатур оборудования, оснастки, материалов, профилей и размеров проката и т. д.

Технологическая документация без подписи лица, ответственного за нормоконтроль, приему в отдел технической документации, размножению и использованию для подготовки производства не подлежит.

Содержание работ по проведению нормоконтроля.

В зависимости от вида документов содержание работ по проведению нормоконтроля приведено в табл. 12 [27].

Таблица 12

Содержание работ по проведению нормоконтроля

Вид документа	Содержание работ по проведению нормоконтроля
1. Комплект технологических документов	<p>а) Комплектность документов.</p> <p>б) Обозначение, присвоенное документу (комплекту документов) по ГОСТ 3.1201.</p> <p>в) Соответствие применяемых форм документов требованиям стандартов ЕСТД.</p> <p>г) Выполнение основной надписи по ГОСТ 3.1103 и правильность ее заполнения, включая полноту указания атрибутов реквизитной части электронного технологического документа.</p>

Продолжение табл. 12

Вид документа	Содержание работ по проведению нормоконтроля
	<p>д) Оформление титульного листа (при его наличии) по ГОСТ 3.1105, ГОСТ 3.1129 и ГОСТ 3.1130.</p> <p>е) Наличие на документах необходимых обязательных подписей, фамилий и дат.</p> <p>ж) Соответствие информации, вносимой в документы из конструкторской документации.</p> <p>и) Правильность нумерации листов документов.</p> <p>к) Соответствие изложения технологического процесса степени детализации описания технологического процесса.</p> <p>л) Наличие и правильность ссылок на НД.</p> <p>м) Соответствие документов требованиям к микрофильмированию по ГОСТ 13.1.002.</p> <p>н) Соответствие стадий разработки документов по ГОСТ 3.1102.</p> <p>п) Соответствие записи наименований технологических операций и записи переходов установленным стандартами ЕСТД, терминологическими стандартами и другими НД.</p> <p>р) Правильность нумерации технологических операций.</p> <p>с) Возможность замены единичного технологического процесса типовым.</p> <p>т) Соблюдение ограничительной НД на оборудование, оснастку, материалы, профили и размеры проката.</p> <p>у) Правильность оформления следующих документов:</p> <ul style="list-style-type: none"> — содержащих текст, разбитый на графы; — содержащих сплошной текст; — графических; — направляемых для обработки содержащейся в них информации с применением средств вычислительной техники; — разработанных в системе автоматизированного проектирования. <p>ф) Соблюдение требований действующих стандартов и других НД</p>

Окончание табл. 12

Вид документа	Содержание работ по проведению нормоконтроля
2. Документы, содержащие текст, разбитый на графы	<p>а) Данные, указанные в подпунктах б) — т) пункта 1 графы «Вид документа» настоящей таблицы.</p> <p>б) Правильность заполнения граф с учетом применения классификаторов технико-экономической информации, действующих на предприятии или в организации.</p> <p>в) Правильность записи принятых единиц измерений.</p> <p>г) Правильность применения допустимых сокращений отдельных слов и словосочетаний.</p> <p>д) Соответствие записи информации примерам заполнения соответствующих документов, действующих на предприятии или в организации.</p> <p>е) Правильность заполнения граф в виде дроби.</p> <p>ж) Правильность записи наименований и марок материалов, наименований заготовок, оборудования и оснастки.</p> <p>и) Наличие записи в документах требований безопасности труда и (или) ссылок на действующие на предприятии или в организации соответствующие инструкции по охране труда по ГОСТ 3.1120</p>
3. Документы, содержащие сплошной текст	<p>а) Данные, указанные в подпунктах б)—т) пункта 1 и в подпунктах в)—д), ж), и) пункта 2 графы «Вид документа» настоящей таблицы.</p> <p>б) Логичность и грамотность изложения.</p> <p>в) Соответствие документов требованиям ГОСТ 3.1129</p>
4. Графические документы	<p>а) Данные, указанные в подпунктах б)—г) пункта 1 и в подпунктах б)—и) пункта 2 графы «Вид документа» настоящей таблицы.</p> <p>б) Соответствие документов требованиям ГОСТ 3.1129.</p> <p>в) Оформление чертежей (моделей), эскизов, схем и таблиц в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД и ЕСКД.</p> <p>г) Правильность условных обозначений опор и зажимов по ГОСТ 3.1107</p>

Порядок проведения нормоконтроля.

Технологическую документацию следует **предъявлять на нормоконтроль** при наличии всех подписей лиц, ответственных за содержание

и выпуск документов, кроме утверждающей подписи руководителя организации или предприятия и представительства заказчика (в случае согласования).

Документы следует предъявлять на нормоконтроль комплектно.

В зависимости от порядка, установленного в организации (предприятии), **нормоконтроль могут проводить** один нормоконтролер или нормоконтролеры, специализированные по видам документов, характеру данных, содержащихся в документах. Например, нормоконтролер, специализированный по видам документов, может проверять только графические технологические документы (карты эскизов) или только документы, разбитые на графы (маршрутные, операционные карты, ведомости) или документы, содержащие сплошной текст (технологические инструкции). Нормоконтролер, специализированный по характеру данных, осуществляет контроль документов на определенные процессы, например, только на техпроцессы сварки или техпроцессы литья, или механообработки.

Если документ последовательно проверяют несколько нормоконтролеров, то подписывает его исполнитель наиболее высокой в группе нормоконтролеров должностной категории. Остальные нормоконтролеры после проверки документа ставят свои визы.

При нормоконтроле технологической документации нормоконтролер руководствуется *действующими* в момент проведения нормоконтроля стандартами и другими НД. Порядок соблюдения требований вновь выпущенных стандартов и других НД, срок введения которых к моменту проведения нормоконтроля еще не наступил, в каждом отдельном случае решает руководство органа стандартизации организации (предприятия) в зависимости от установленных сроков разработки и освоения в производстве изделий, на которые разрабатывается данная технологическая документация.

Нормоконтролер возвращает технологическую документацию разработчику без рассмотрения в случаях: отсутствия обязательных подписей; небрежного выполнения документов; некомплектного представления документов.

Разработчики документов по требованию нормоконтролера дают **разъяснения** и предоставляют дополнительные материалы по вопросам, возникшим при нормоконтроле.

Изменения и исправления, указанные нормоконтролером и связанные с нарушением действующих стандартов и других НД, должны быть внесены в документы.

Предложения нормоконтролера по замене единичных процессов заимствованными или типовыми, сокращению применяемой номенклатуры оборудования, оснастки, марок материала, профилей проката, его размеров и т. д. следует вносить в документы по согласованию с разработчиком этих документов.

Разногласия между нормоконтролером и разработчиком технологической документации разрешает руководитель службы стандартизации организации (предприятия).

Нормоконтролю *не подлежит* проверка правильности исполнительных размеров, выбор и содержание принятых технологических решений, достоверность информации, внесенной в документы (кодов, средств технологического оснащения, материалов, заготовок и т. п.), а также достоверность информации по безопасности выполнения технологических операций, если это не обусловлено требованиями стандартов и других НД.

Нормоконтролер в проверяемых документах **наносит условные пометки** к элементам, которые должны быть исправлены или заменены. Пометки сохраняются до подписания подлинников и снимает их нормоконтролер. В перечне (или журнале) замечаний нормоконтролера (рис. 21) против каждой пометки кратко и ясно излагают содержание замечаний и предложений нормоконтролера. В организациях и на предприятиях, где установлена система цифрового кодирования замечаний и предложений нормоконтролера, взамен изложения содержания замечаний и предложений проставляют соответствующий цифровой код по классификатору.

Полный перечень замечаний и предложений нормоконтролера по технологической документации может служить исходным материалом для оценки качества ее выполнения.

Нормоконтролер визирует технологическую документацию на поле для подшивки до ее утверждения и согласования с представителем заказчика и подписывает в установленном месте после утверждения руководителем организации или предприятия перед согласованием с представительством заказчика.

Подписанные нормоконтролером подлинники документов без его ведома изменению не подлежат [27].

ЖУРНАЛ
проведения нормоконтроля
по комплекту документов _____

Обозначение документа	Условная пометка	Содержание замечаний (или цифровой код по классификатору)*	Примечание
02141.XXXXXX	1	Заменить единичный процесс на типовой	
10141.XXXXXX	1	Не соответствует способ изложения	
60121.XXXXXX	1	Неправильно выполнена основная надпись	
	2	Не заполнена графа	
	3	Отсутствует ссылка на инструкцию по безопасности труда	
	4	Код не соответствует принятому в организации	
20141.XXXX	1	Обрабатываемая поверхность не обведена двойной утолщенной линией	
	2	Отсутствует размер	

* Для организаций и предприятий, где принята система цифрового кодирования замечаний и предложений нормоконтролера

Нормоконтролер _____
подпись, дата ФИО

Рис. 21. Форма журнала замечаний и предложений нормоконтролера

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте назначение комплекса стандартов ЕСТД.
2. Назовите известные технологические документы.
3. Перечислите документы общего назначения. Почему они так называются?
4. Какой способ записи информации используется в маршрутных картах?
5. Каково назначение основного комплекта технологических документов?
6. Обоснуйте необходимость проведения нормоконтроля.

1.4. Нормативные документы Ростехнадзора

1.4.1. Деятельность Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

Обеспечение соответствия продукции растущему уровню технических требований, повышение ее качества в значительной степени зависят от состояния нормативной базы, позволяющей использовать единый технический язык, основанный на терминологической системе, дающий четкую классификацию, стандартизацию характеристик продукции и современных методов испытаний. Однако на производственных объектах, объектах, связанных с атомной промышленностью, необходим контроль со стороны государства [9].

20 мая 2004 г. Указом Президента Российской Федерации Федеральная служба по технологическому надзору и Федеральная служба по атомному надзору преобразованы в **Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору**.

Федеральная служба по надзору в сфере экологии и природопользования преобразована в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования, а функции в сфере экологического надзора переданы Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В соответствии с Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) [28] является Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в установленной сфере деятельности, а также в сфере технологического и атомного надзора, функции по контролю и надзору в сфере безопасного ведения работ, связанных с использованием недрами, промышленной безопасности, безопасности при использовании атомной энергии (за исключением деятельности по разработке, изготовлению, испытанию, эксплуатации и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения), безопасности электрических и тепловых установок и сетей (кроме быто-

вых установок и сетей), безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений), безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения, а также специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере [28].

Ростехнадзор разрабатывает и утверждает нормативные документы (федеральные нормы и правила (ФНП), руководящие документы (РД), правила безопасности (ПБ), инструкции), регламентирующие проведение работ на опасных производственных объектах (горное и металлургическое производство, угольная промышленность, общепромышленные). В РД оговариваются способы сварки, условия сварки, условия подготовки под сварку, способы изготовления заготовок, отдельно оговаривается изготовление крупногабаритных и длинномерных заготовок, типы соединений, техника изготовления, режимы сварки, марки основного и присадочного материалов.

В частности специалистам сварочного производства следует знать Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах» [29].

Согласно этим ФНП, работы по сварке должны выполнять юридические лица или индивидуальные предприниматели, прошедшие процедуры проверки готовности к применению технологий сварки в соответствии с Порядком применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, утвержденным постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 103.

Руководители юридических лиц, выполняющих сварочные работы, а также индивидуальные предприниматели должны обеспечивать подготовку и аттестацию работников. Подготовка и аттестация специалистов (должностных лиц) в области промышленной безопасности должна проводиться в объеме, соответствующем их должностным обязанностям. Обучение, проверка знаний и аттестация работников, осуществляющих непосредственное руководство и выполнение сварочных работ, должны проводиться в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03–273–99), утвержденными постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 30 октября 1998 г. № 63 и заре-

гистрированными в Минюсте РФ 04 марта 1999 г. регистрационный № 1721, и Технологическим регламентом проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03–495–02), утвержденным постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 25 июня 2002 г. № 36 и зарегистрированным в Минюсте РФ 17 июля 2002 г. регистрационный № 3587 [30, 31].

Сварочное оборудование и сварочные материалы, применяемые при сварке технических устройств и сооружений, должны соответствовать применяемым технологиям сварки, обладать сварочно-технологическими характеристиками и качествами, обеспечивающими свойства сварных соединений в пределах значений, установленных требованиями НТД, регламентирующих сварку конкретных технических устройств и сооружений.

Таким образом, при проведении работ на опасных производственных объектах присутствует две заинтересованные стороны: предприятие (изготовление/работа на объекте) и Ростехнадзор (контроль над объектами). Для реализации принципа независимости необходима третья сторона, которая будет независима от Ростехнадзора и предприятия. Такой стороной является Национальное Агентство Контроля Сварки (НАКС) [32].

Необходимо отметить, что сегодня НАКС является единственной структурой, представленной во всех регионах России, широко занимающейся на профессиональном уровне аттестацией и сертификацией элементов сварочного производства. В работе **системы аттестации сварочного производства (САСв)** участвуют более 700 организаций. Основная Деятельность НАКС осуществляется в сфере разработки и применения сварочных и родственных технологий, объединяя главные составляющие сварочного производства — персонал, сварочные материалы, сварочное оборудование и технологии сварки. При этом особенно ощущаются тенденции расширения областей применения сварочных технологий и развития сварочных производств [33].

Система аттестации сварочного производства (САСв) включает аттестацию персонала, материалов, оборудования и технологий.

Организационная структура САСв включает в себя:

- Ростехнадзор;
- Национальное агентство контроля сварки (НАКС);
- головные аттестационные центры (ГАЦ);
- Аттестационные центры (АЦ).

НАКС является организационно-структурной частью САСв. Его деятельность определяется требованиями Закона РФ «О некоммерческих организациях» от 12.01.96 г. № 7-ФЗ, Уставом и Положением о НАКС, утвержденными и зарегистрированными в установленном порядке.

1.4.2. Особенности аттестации персонала сварочного производства, оборудования, материалов и технологий

Применительно к сварочному производству в нормативных документах Ростехнадзора выделены следующие группы технических устройств опасных производственных объектов [34]:

- подъемно-транспортное оборудование;
- котельное оборудование;
- газовое оборудование;
- нефтегазодобывающее оборудование;
- оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств;
- металлургическое оборудование;
- оборудование для транспортировки опасных грузов;
- строительные конструкции;
- конструкции стальных мостов.

В России техническое регулирование в отношении компетенций квалификации **персонала сварочного производства** осуществляется в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03–273–99) и Технологическим регламентом проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03–495–02) [30, 31].

Для персонала сварочного производства, осуществляющего производство сварочных работ, руководство и технический надзор за производством сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и сооружений опасных технических устройств, аттестация в соответствии с этими документами является обязательной.

ПБ 03–273–99 и РД 03–495–02 были разработаны Национальным агентством Контроля Сварки совместно с Ростехнадзором на основе стандарта EN 287, но имеют ряд отличий:

- В связи с тем, что целью данных документов являлось подтверждение компетенции, квалификации и практических навыков, необходимых для выполнения сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и сооружений опасных технических устройств, они разработаны как объектно-ориенти-

рованные. Аттестация должна быть проведена с учетом конкретных требований к выполнению сварочных работ, обусловленных сварной конструкцией и условиями эксплуатации определенной группы однотипной продукции. Сварщик, прошедший аттестацию, должен владеть технологией сварки, например стыков труб магистральных трубопроводов или сосудов, работающих под давлением, или грузоподъемных сооружений. В зарубежной практике объектно-ориентированная аттестация встречается реже.

- Вторым отличием является то, что при аттестации значительное внимание уделяется проверке теоретической подготовки. В связи с этим предусмотрено три экзамена: практический, общий теоретический и специальный теоретический. Специальный экзамен также позволяет реализовать принцип объектно-ориентированной аттестации, поскольку требует подтвердить знание и умение применять на практике специальные требования нормативных документов по сварке, относящиеся к конкретной группе технических устройств опасных производственных объектов.
- ПБ 03–273–99 и РД 03–495–02 регламентируют требования и процедуры аттестации не только сварщиков, но и специалистов сварочного производства, осуществляющих руководство сварочными работами, и устанавливают требования к их подготовке и опыту работ.
- В отличие от EN 287 и ISO 9606 в российских нормах (РД 03–495–02) введены контрольные сварные соединения в виде стержней, что позволило использовать их для аттестации сварщиков, занятых в строительстве сваркой арматуры железобетонных конструкций и закладных деталей. В западной практике аттестация сварщиков на этот вид сварочных работ проводится в США согласно стандарту AWS D1.4/D1.4 M:2005 «Сварочный строительный код — арматурные стали», в Германии — согласно DIN 4099, часть 1, 2.
- В связи с динамичным расширением области применения сварных конструкций из полимерных материалов в РД 03–495–02 введены процедуры аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства по сварке конструкций из полиэтилена и полипропилена.
- Области распространения результатов аттестации по РД 03–495–02 несколько отличаются от областей по EN 287 и ISO 9606, если принимать их последние версии.

Таким образом, процедура проведения и оформления аттестационных испытаний, предусмотренная ПБ 03–273–99 и РД 03–495–02 в части аттестации сварщиков, соответствует аналогичным международным требованиям. Кроме того, данными правилами определены требования к органам, проводящим аттестацию, что не противоречит международной практике проведения аттестации персонала независимой «третьей» стороной. В последних редакциях европейских документов, например в DIN EN 287–1–2006, также определены аттестационные органы. Некоторые различия существуют в выборе критериев для оценки качества сварных соединений, что не является существенным препятствием к взаимному признанию результатов аттестации сварщиков.

Аттестация сварочного оборудования проводится в соответствии с РД 03–614–03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств опасных производственных объектов», утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 102 и рекомендациями по применению данного руководящего документа [35, 36].

Аттестацию сварочного оборудования (СО) проводят в целях проверки его возможности обеспечивать заданные сварочно-технологические характеристики, оказывающие существенное влияние на качество сварных соединений технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах [35].

Аттестация проводится путем установления соответствия фактических параметров оборудования параметрам, приведенным в паспорте организации-изготовителя, а также проверки качества контрольных сварных соединений (КСС) при проведении практических испытаний в соответствии с требованиями нормативной документации, используемой при проведении сварочных работ на опасных производственных объектах [35].

Процедура аттестации сварочного оборудования включает в себя проведение специальных и практических испытаний.

Специальные испытания заключаются в проверке соответствия сварочного оборудования паспортным данным и требованиям нормативной документации относящейся к соответствующей группе опасных технических устройств и состоят из проверки:

- комплектности и основных технических характеристик сварочного оборудования на соответствие паспортным данным и требованиям;
- соответствия сварочного оборудования требованиям инструкции по безопасной эксплуатации и охране труда и проверки соответствия технических характеристик сварочного оборудования требованиям нормативной документации по изготовлению опасных технических устройств;
- электрических, механических и пневмогидравлических систем сварочного оборудования на соответствие паспортным данным [36].

Практические испытания сварочного оборудования заключаются в оценке показателей сварочных свойств оборудования и проводятся на КСС для определенного вида сварки, с оценкой качества КСС методом разрушающего контроля.

РД 03—614—03 и Рекомендации по их применению содержат описание методик испытания различных видов сварочного оборудования, а также численные значения характеристик, которым должны соответствовать измеряемые параметры [36].

При положительных результатах испытаний НАКС выдает Свидетельство об аттестации сварочного оборудования с определением области его применения согласно Перечню групп технических устройств, сварка которых осуществляется аттестованными сварщиками.

Аттестация сварочных материалов проводится в соответствии с РД 03—613—03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств опасных производственных объектов», утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 101 и зарегистрированного в Минюсте РФ 20 июня 2003 г. регистрационный № 4810, и рекомендациями по применению данного руководящего документа [37, 38]. Аттестацию сварочных материалов (СМ) проводят в целях [37]:

- проверки соответствия фактических технологических свойств и характеристик сварочных материалов свойствам и характеристикам, указанным в сопроводительной документации, и требованиям действующих стандартов, технических условий и других нормативных документов для сварочных материалов;

- возможности применения аттестуемых сварочных материалов для проведения работ при изготовлении, реконструкции, монтаже и ремонте технических устройств путем проверки соответствия фактических свойств и характеристик сварочных материалов, свойств наплавленного металла и металла шва требованиям действующих для технических устройств нормативных документов.

Аттестация может быть проведена у производителя сварочных материалов или у их потребителей.

Процедура аттестации СМ включает в себя проведение общих, практических и специальных испытаний [38].

Аттестация начинается с **общих испытаний**, которые включают проверку документации и проверку качества изготовления СМ на соответствие параметров СМ требованиям нормативных документов.

Практические испытания заключаются в оценке показателей сварочно-технологических свойств СМ при наплавке на контрольных сварных соединениях для определенного вида сварки. Проводят экспертную оценку таких показателей, как возбуждение дуги; стабильность горения дуги; качество формирования шва в различных пространственных положениях; эластичность дуги; отделяемость шлаковой корки. Кроме того, определяют коэффициент наплавки.

Специальные испытания включают определение сплошности шва (отсутствие пор, включений и др.), химический состав наплавленного металла, механические свойства наплавленного металла и сварного соединения, при необходимости — коррозионную стойкость, содержание ферритной фазы и сопоставление полученных результатов с требованиями нормативной документации к сварным соединениям для конкретных групп технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах.

Программа испытаний составляется в зависимости от вида СМ.

При положительных результатах всех трех видов испытаний производится оформление Свидетельства об аттестации СМ.

Во многих случаях влияние сварочных материалов на свойства сварной конструкции существенно зависит от технологии сварки и провести аттестацию сварочных материалов отдельно от аттестации сварочных технологий трудно или невозможно. В связи с этим важно выделить те случаи, когда возможно провести аттестацию сварочных материалов

как самостоятельную процедуру, используя уже аттестованные ранее сварочные технологии.

Во-первых, к таким случаям относится аттестация сварочных материалов известных (используемых ранее) марок, но выпущенных новым производителем, или когда требуется периодическое подтверждение соответствия уже используемых сварочных материалов установленным требованиям.

Во-вторых, когда аттестуемые сварочные материалы по основным параметрам не существенно отличаются от сварочных материалов, рекомендованных нормативными документами к использованию.

В-третьих, если требуется подтвердить, что сварочные материалы, разрешенные к применению для одной группы опасных технических устройств, могут быть использованы при сварке оборудования другой группы опасных технических устройств, сходной с первой по конструктивным особенностям и условиям эксплуатации.

В-четвертых, когда сварочные материалы, подлежащие аттестации, используются в совокупности с хорошо отработанными сварочными технологиями и не требуют их существенной корректировки.

В остальных случаях заключение о возможности применения новых сварочных материалов может быть дано на основании проведения исследовательской аттестации сварочной технологии, использующей данные сварочные материалы [37, 38].

Важно отметить, что Свидетельство об аттестации сварочных материалов не является гарантом того, что данные материалы можно применять. Первоначально следует тщательно изучить требования нормативных документов Ростехнадзора для данных технических устройств, а уже выбрав из перечня разрешенных марок материалов подходящий — ставить вопрос об его аттестации.

Рассмотрим пример. Необходимо провести сварку стрелы грузоподъемного крана из стали 09Г2С. Грузоподъемные краны — технические устройства, входящие в группу «Подъемно-транспортное оборудование». Общие технические требования к изготовлению грузоподъемных машин, предназначенных для монтажных, строительных и погрузочно-разгрузочных работ определяются РД 36–62–00 «Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования» [39]. Пункт 3.3.5. этого документа гласит: «Для сварки металлоконструкций машин должны применяться сварочные материалы, указанные в таблице (см. фрагмент таблицы из РД 36–62–00).

Область применения стали	Марка свариваемой стали	Тип электрода по ГОСТ 9467 и марка	Марка флюса по ГОСТ 9087	Марка проволоки по ГОСТ 2246 для сварки под флюсом	Марка проволок для сварки в углекислом газе
1	2	3	4	5	6
Сварка расчетных элементов сварных несущих металлоконструкций из низколегированных горячекатаных, нормализованных и термопроченных сталей	10Г2, 09Г2, 09Г2Д, 16ГС, 09Г2С , 09Г2СД, 15ХСНД, 10ХСНД, 18Г2АФПС, 18Г2АФДПс, 15Г2АФДПс, 14Г2АФ, 14Г2АФД, 16Г2АФ, 16Г2АФД	Э50 А УОНИ-13/55 ДСК-50 УП-1/55 УП-2/55 К-5 А Э60 УОНИ-13/60	АН-348А ОСЦ-45 АН-43 АН-47	Св-08ГА Св-10ГА Св-10Г2	Св-08Г2С ГОСТ 2246 ПП-АН9 ТУ 14-4-1116
...					

Примечание: фрагмент таблицы из РД 36–62–00

Предположим, инженер-технолог, разрабатывая технологию сварки (см. фрагмент таблицы) выбирает в качестве сварочных материалов электроды типа Э50 А марки УОНИ 13/55. Материально-технический отдел предприятия, занимаясь закупкой данных электродов, интересуется у поставщиков или производителя сварочных материалов о наличии Свидетельства об аттестации данной марки электродов данного производителя. Если такое свидетельство имеется (это можно проверить и по реестру аттестаций сварочных материалов на сайте НАКСа), то материалы после проведения входного контроля допускаются в работу. Если Свидетельства нет, то потреби-

тель сам вправе инициировать проведение аттестации данных сварочных материалов.

В настоящее время требования и условия проведения испытаний, освидетельствования и оформления их результатов при аттестации сварочных технологий регламентируют два нормативных документа: **РД 03–615–03** «Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов», утвержденный постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 103 и зарегистрированными в Минюсте РФ 20 июня 2003 г. регистрационный № 103, и Рекомендации по их применению РД 03–615–03 [40, 41].

Идеология проведения аттестации технологий сварки и наплавки по этим документам отличается от принятой в международной практике. Согласно РД 03–615–03 аттестация подразделяется на **исследовательскую и производственную** [40].

Исследовательскую аттестацию проводят при подготовке к применению новых (ранее не аттестованных) технологий сварки с целью подтверждения того, что они обеспечивают получение количественных характеристик сварных соединений, металла шва и наплавленного металла, указанных в проектно-конструкторской документации на сварные конструкции и в нормативной документации, утвержденной или согласованной с Ростехнадзором, а также для обеспечения безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах.

К технологиям, подлежащим исследовательской аттестации, относятся:

- технологии сварки и наплавки изделий из материалов новых марок;
- технологии сварки и наплавки с применением новых способов сварки или способов, не предусмотренных действующей нормативной документацией;
- технологии сварки и наплавки с использованием сварочных материалов, не предусмотренных действующей нормативной документацией.

В некоторой степени исследовательская аттестация близка по целям применения процедурам сертификации технологии по EN ISO 15612 — Сертификация на базе стандартной технологии.

Исследовательскую аттестацию проводят по программе аттестационных испытаний, учитывающей специфические условия эксплуатации конструкции, для изготовления которой она предназначена [41].

В программе должны быть указаны:

- наименование и область применения аттестуемой технологии;
- основные параметры технологического процесса выполнения сварных соединений при проведении аттестационных испытаний;
- методы неразрушающего контроля выполняемых сварных соединений (наплавки);
- виды и объемы аттестационных испытаний сварных соединений и металла шва (наплавленного металла) методами разрушающего контроля;
- методики проведения контроля и испытаний;
- требования к количественным характеристикам показателей качества сварных соединений;
- другие данные, специфические для аттестуемой технологии.

Основные параметры технологического процесса выполнения сварных соединений (наплавки) при проведении аттестационных испытаний должны включать: марку материала, форму и размеры свариваемых деталей, способ сварки (наплавки), марку (сочетание марок) сварочных материалов, режимы подогрева до сварки (наплавки) и термической обработки и другие требования к выполнению сварки (наплавки), изложенные в нормативных документах.

Результаты проведенной исследовательской аттестации технологии должны быть оформлены в виде аттестационного отчета.

При этом должно быть подтверждено соответствие результатов неразрушающего контроля сварных соединений (наплавки), выполненных для проведения аттестационных испытаний, требованиям соответствующих нормативных документов. Должна быть дана оценка технологическим свойствам новых основных и сварочных материалов.

Область распространения аттестуемой технологии должна предусматривать допускаемые виды рабочих сред и диапазоны температур эксплуатации металла сварных соединений (наплавки); характер и виды нагрузок в процессе эксплуатации [41].

Производственную аттестацию технологии сварки и наплавки осуществляют с целью подтверждения того, что организация, занимающаяся изготовлением, монтажом, ремонтом или реконструкцией технических устройств, оборудования и сооружений, применяемых

на опасных производственных объектах, обладает техническими, организационными возможностями и квалифицированными кадрами для производства сварки (наплавки) по аттестованным технологиям, а также проверки того, что сварные соединения (наплавки), выполненные в условиях конкретного производства по аттестуемой технологии, обеспечивают выполнение требований соответствующих нормативных документов [41].

Для проведения производственной аттестации технологии сварки организация-заявитель должна представить соответствующую документацию, содержащую указания о применяемом сварочном и вспомогательном оборудовании, способах сварки (наплавки), используемых основных и сварочных материалах, конструкции и размерах свариваемых деталей и сварных швов, режимах и технологических приемах выполнения сварочных работ, требования по оценке качества сварных соединений.

При разработке программы и проведении производственной аттестации технологий сварки (наплавки) рекомендуется различать три вида технологий:

Вид I — технологии, базирующиеся на использовании универсального сварочного оборудования, а применяемый основной материал, конструкция и размеры свариваемых деталей полностью воспроизводят производственные условия применения технологии при сварке контрольных сварных соединений (далее по тексту — КСС).

Например, производственная аттестация технологии ручной дуговой сварки кольцевых стыков трубопроводов при изготовлении или монтаже; производственная аттестация технологии автоматической сварки под флюсом продольных швов труб (сосудов) при изготовлении. Аналогом этого вида аттестации является сертификация на базе контроля технологии сварки по EN ISO 15614.

Вид II — технологии, базирующиеся на использовании специализированного сварочного оборудования или на применении сварочных материалов, предназначенных специально для данной технологии. При этом применяемый основной материал, конструкция и размеры свариваемых деталей позволяют полностью воспроизвести производственные условия применения технологии при сварке КСС только при условии использования сварочного оборудования и/или сварочных материалов, указанных в производственной технической документации.

Например, производственная аттестация технологии сварки кольцевых стыков трубопроводов на трубосварочных базах с использованием специализированного сварочного оборудования; производственная аттестация технологии автоматической сварки под флюсом горизонтальных стыков резервуаров при их монтаже; производственная аттестация технологии механизированной контактно-дуговой сварки в заводских условиях при шиповании экранных труб котлов.

Как правило, аттестация этого вида технологий проводится по специальным программам, учитывающим особенности сварочного оборудования. Область распространения результатов аттестации в этом случае не может выходить за пределы возможности используемого специализированного оборудования.

В данном случае в качестве международного аналога можно рассматривать метод сертификации на базе контроля технологии сварки до начала производства по EN ISO 15613.

Вид III — технологии, применяющиеся при сварке (наплавке) конструктивно-сложных узлов технических устройств. Такие технологии не могут быть полностью воспроизведены при сварке типовых КСС. Например, технология сварки (наплавки) элементов конструкций технических устройств при ремонте в процессе эксплуатации, когда на качество сварного соединения оказывает существенное влияние состояние металла; технология приварки элементов конструкций к корпусу изделия с использованием усиливающих воротников, когда на качество сварного соединения оказывает существенное влияние жесткость конструкции. При аттестации технологии этого вида необходимо, чтобы условия испытания процедур сварки были максимально приближены к производственным. Как правило, в этом случае в качестве контрольных сварных соединений требуется использовать полномасштабные сварные узлы. В качестве международного аналога можно рассматривать метод сертификации на базе контроля технологии сварки до начала производства по EN ISO 15613.

Вид технологии сварки (наплавки) определяет условия разработки программы производственной аттестации и выбора конструкции КСС.

При разработке программы производственной аттестации технологии сварки (наплавки) должны быть учтены требования к производственной аттестации, изложенные в нормативных документах. В программе должны быть указаны:

- наименование и область применения аттестуемой технологии;
- основные технологические характеристики сварных соединений, выполняемых при проведении аттестационных испытаний;
- методы неразрушающего контроля выполняемых сварных соединений (наплавов);
- виды и объемы аттестационных испытаний сварных соединений и металла шва (наплавленного металла) методами разрушающего контроля;
- методики проведения контроля и испытаний;
- требования к количественным характеристикам показателей качества сварных соединений;
- другие данные, специфические для аттестуемой технологии;
- требования к результатам неразрушающих и разрушающих испытаний [41].

При положительных результатах производственной аттестации организация-заявитель получает Свидетельство о готовности к использованию данной технологии.

В Свидетельстве указывается область распространения производственной аттестации, включающая перечень основных параметров, характеризующих однотипность сварных соединений.

Процедура проведения аттестационных испытаний, требования к геометрии и размерам контрольных сварных соединений, правила назначения области распространения результатов аттестации и другие подробности изложены в Рекомендациях по применению РД 03–615–03. Во многом эти рекомендации соответствуют EN ISO 15614, но охватывают значительно большее количество способов сварки, в том числе высокочастотную, электрошлаковую, сварку полимерных материалов и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные функции Ростехнадзора.
2. На какие объекты распространяются требования Ростехнадзора?

2. Организация и управление технологической подготовкой производства

2.1. Организация технологических служб сварочного производства

Рост технического уровня производства требует систематической разработки и внедрения новых и совершенствования существующих технологических процессов. Эта работа выполняется соответствующими технологическими службами. В проектно-конструкторских организациях созданы специальные технологические отделы или группы, задачей которых является отработка конструкций на технологичность в период их проектирования [42].

Большое значение имеет организация технологических служб на предприятиях. Система организации их различна и зависит от масштаба производства, его технического уровня, специфики производства.

На заводах, где объем сварочного производства относительно **невелик**, техническое руководство осуществляется Отделом главного технолога, в состав которого входит сварочное бюро или сварочная группа.

На заводах со **значительным объемом** производства сварных конструкций организуются самостоятельные Отделы главных сварщиков с непосредственным подчинением их главному инженеру завода, их функции аналогичны функциям Отделов главного технолога или металлурга. Это позволяет существенно укрепить и поднять значимость сварочных служб. Они выполняют работы по технологической подготовке, непосредственно ответственны за механизацию и автоматизацию сварочного производства, за внедрение и освоение прогрессивных процессов, за качество выполнения сварочных работ [42].

Структура Отдела Главного Сварщика (ОГС) на различных предприятиях может иметь свои особенности, но основные задачи их сводятся к следующему:

- контроль технологичности сварных конструкций, разрабатываемых конструкторскими службами предприятия или проектно-конструкторскими организациями;
- разработка и внедрение в производство прогрессивных процессов, обеспечивающих повышение производительности труда и качества сварных конструкций, а также комплексное обеспечение цехов сварочного производства технологической документацией и другими руководящими материалами;
- контроль соблюдения технологической дисциплины в цехах предприятия, изучение и анализ причин возникновения дефектов в сварных соединениях и разработка мероприятий по их устранению;
- разработка и внедрение технологической оснастки для выполнения сборочно-сварочных работ, планировка и организация сборочно-сварочных участков;
- контроль использования и загрузки сварочного оборудования, контроль сварочных материалов, подготовка заявок на сварочные материалы, оборудование, методическое руководство повышением квалификации работающих [42];
- проведение (организация) аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, аттестации материалов, оборудования и технологий.

В свою очередь эти задачи отрабатываются соответствующими подразделениями системы Отдела главного сварщика.

Сварочная лаборатория является одним из наиболее важных подразделений отдела. Проводимые в лаборатории работы должны оказывать большое влияние на технологию изготовления сварных конструкций. На предприятиях с большим объемом сварочных работ, где применяют различные способы сварки, в лаборатории организуют специализированные группы. Например, группа сварки в защитных газах, группа электронно-лучевой сварки, группа контактной сварки и др. В комплекс работ, проводимых лабораторией, входят:

- выполнение научно-исследовательских работ по различным направлениям сварки, в том числе и на перспективу развития производства;
- опытная проверка и внедрение в производство новых сварочных процессов;

- контрольные испытания сварочных материалов и выдача заключений об их пригодности;
- изучение и анализ причин брака и разработка мероприятий по их устранению;
- оказание технической помощи цехам в освоении нового оборудования, оснастки, сварочных материалов и т. п.;
- контроль за специализацией и квалификацией рабочих-сварщиков [42].

Технологическое бюро производит контроль и отработку на технологичность чертежей сварных конструкций, ведет разработку технологических процессов для вновь внедряемых в производство изделий и корректирует действующие, разрабатывает технические задания на проектирование специального сборочно-сварочного оборудования и оснастки, разрабатывает и внедряет совместно с цехами мероприятия по улучшению качества сварных конструкций, разрабатывает технически обоснованные нормы расхода сварочных материалов, составляет заявки на оборудование.

Конструкторское бюро занимается проектированием сборочно-сварочной оснастки и инструмента, модернизирует действующее оборудование, совместно с технологическим бюро испытывает, налаживает и внедряет его в производство; занимается разработкой технических условий и инструкций на изготовление и эксплуатацию сборочно-сварочного оборудования и оснастки; разрабатывает планировку сборочно-сварочных участков в цехах предприятия.

В *мастерской* выполняется ремонт сварочного оборудования и аппаратуры, производится изготовление быстроизнашивающегося инструмента, проводится наладка сборочно-сварочного оборудования и наблюдение за правильностью его эксплуатации в цехах. В период технологической подготовки и в течение всего периода серийного производства отдел главного сварщика поддерживает постоянные деловые связи и работает в тесном взаимодействии с другими отделами предприятия, производственными цехами, а также научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями [42].

Существует и третий вариант, когда разработка новой технологии и технологическая подготовка производства осуществляются **с привлечением других организаций**. Как правило, такой вариант встречается при внедрении новой технологии на предприятии с малым объемом сварочных работ или при отсутствии на предприятии специалистов с необходимой квалификацией.

Вопросы для самоконтроля

1. От чего зависит вид организации технологической службы сварочного производства?
2. Назовите основные задачи Отдела главного сварщика.

2.2. Основные принципы и организация технологической подготовки

2.2.1. Основные принципы технологической подготовки производства

При существующих индивидуализированных методах организации и оснащения производства технологическая подготовка часто предусматривает его коренную перестройку. Это неблагоприятно отражается на ритмичности работы предприятий, в большинстве случаев влечет за собой неоправданное увеличение затрат на выпуск большого объема технологической документации, удорожание и нерациональное использование технологической оснастки. При смене или существенном изменении объекта производства вся работа выполняется вновь практически в полном объеме без использования имеющихся разработок. Технологические вопросы решаются, как правило, самим технологом, опирающимся на личный опыт и знания и ограничивающимся практикой одного предприятия или цеха. В результате для однотипных деталей и узлов в условиях различных типов производства (заводов, цехов, участков) применяются разнообразные технологические процессы и оснащение, составляется огромное число технологических карт. Перечисленные недостатки говорят о необходимости пересмотра существующей системы разработки и изменения технологических процессов, уменьшения объема технологической документации и общего сокращения затрат средств и времени на подготовку [43].

Добиться этого можно на основе метода комплексной нормализации элементов производственной системы [43].

Этот метод позволяет осуществлять технологическую подготовку производства комплексно, охватывая все ее основные этапы, включая проектирование изделий и технологических процессов, констру-

ирование и изготовление технологической оснастки и специального оборудования.

В рассматриваемых условиях высококачественное и своевременное выполнение огромного комплекса работ по технологической подготовке производства основано на использовании ряда **технико-организационных принципов**. Основными из них являются [43]:

1. Наиболее высокая технологическая отработка как самой конструкции изделия, так и способов ее изготовления, проводимая в период проектирования. В основе этого лежит принцип максимальной технологичности (рис. 22, 23).



Рис. 22. Отработка конструкции на технологичность в период ее проектирования

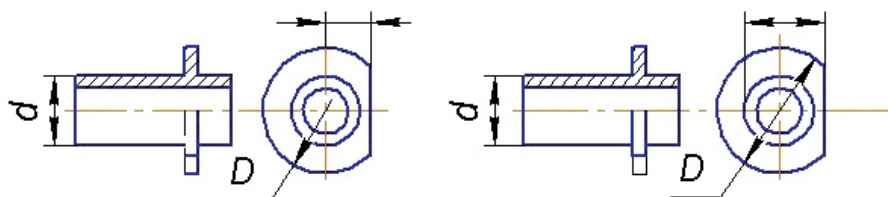


Рис. 23. Пример выбора наиболее технологичного варианта конструкции

2. Принцип технологической переналадки (гибкости) производства с максимальным использованием технологии и оснастки, применявшихся при изготовлении ранее выпускавшихся изделий (технологическая преемственность). Применение этого принципа основано на типизации технологических процессов и элементов оснащения (рис. 24).

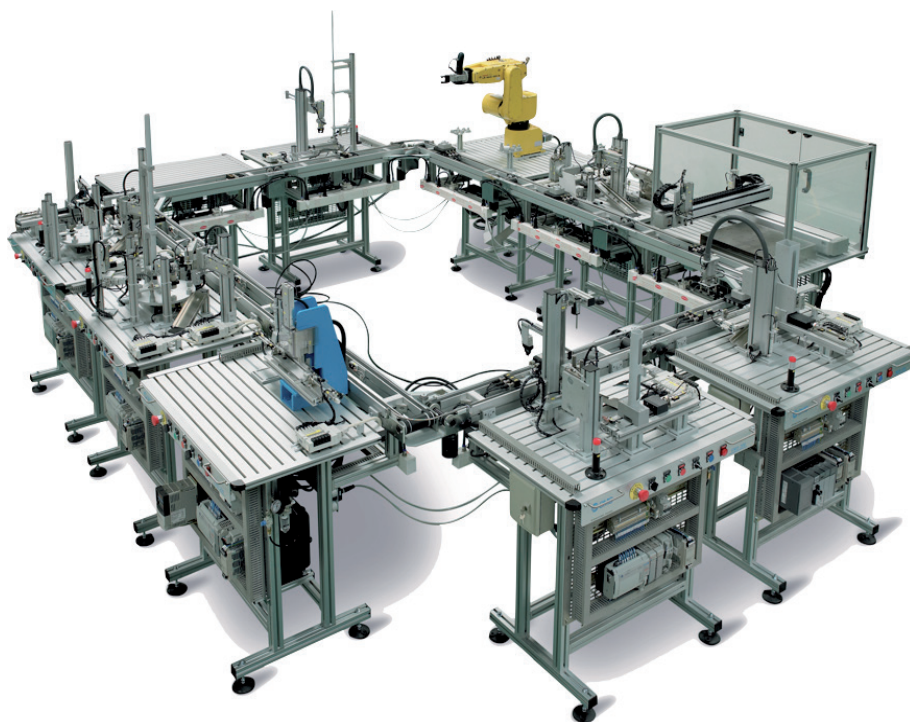


Рис. 24. Типизация элементов оснащения

3. Принцип комплексной механизации и автоматизации производства в условиях малой серийности и частой смены изготавливаемых объектов, основанный на широком использовании унификации и стандартизации элементов технологической оснастки и специального оборудования и применении метода агрегатирования. Этот метод позволяет при незначительных изменениях конструкции изделия использовать старую оснастку, что экономит средства и время на разработку новой оснастки. Например: аппараты модульного типа АБС обеспечивают унификацию оборудования; легкость сборки, переналадку на разные типы изделий (рис. 25, 26).

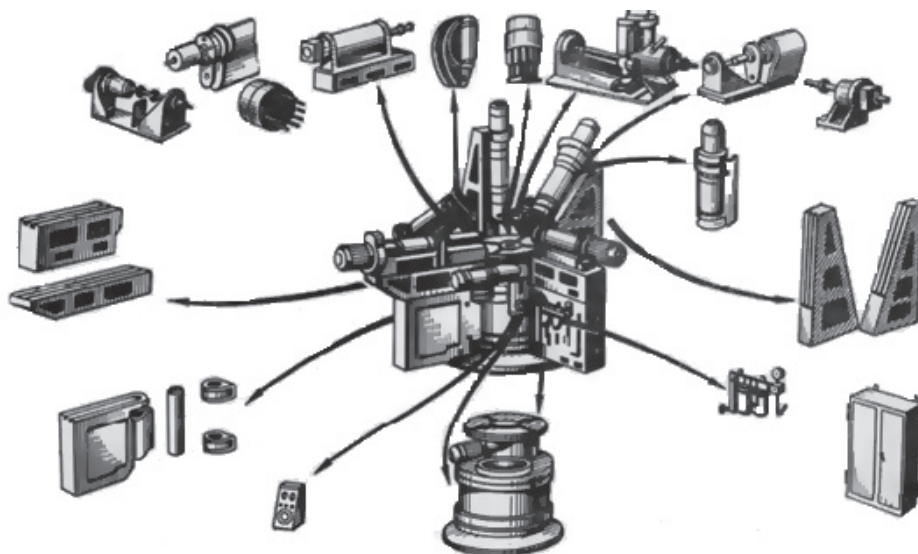


Рис. 25. Реализация принципа унификации (применение стандартных изделий)

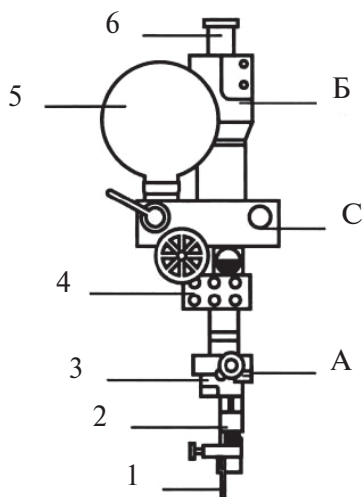


Рис. 26. Реализация принципа агрегатирования

Самоходный автомат АБС (А-184) для дуговой сварки. Автомат состоит из трех самостоятельных узлов — А, Б и С, каждый из которых специализирован для выполнения определенных операций.

Узел А представляет собой простейшую подвесную головку, которая предназначена для подачи электродной проволоки в зону дуги.

Головка состоит из механизма подачи 3, пульта управления 4, мундштука с правильным устройством 1 и подвески с корректировочными и копирными устройствами 2.

Узел Б состоит из механизма вертикального перемещения 6, флюсо-аппарата для подачи и отсасывания неиспользованного флюса и кассеты для электродной проволоки 5.

Узел С — это самоходная тележка с отдельным электроприводом, осуществляющая движение автомата по специальному рельсовому пути вдоль свариваемого шва.

Из перечисленных узлов можно комплектовать аппараты трех типов: подвесную головку А простейшего типа; подвесной аппарат АБ со сварочной головкой, подъемным механизмом, флюсоаппаратом и кассетой для проволоки; самоходный автомат АБС, выполняющий все операции, необходимые при автоматической сварке.

4. Совмещение во времени работ, выполняемых в плане технологической подготовки производства (рис. 27).

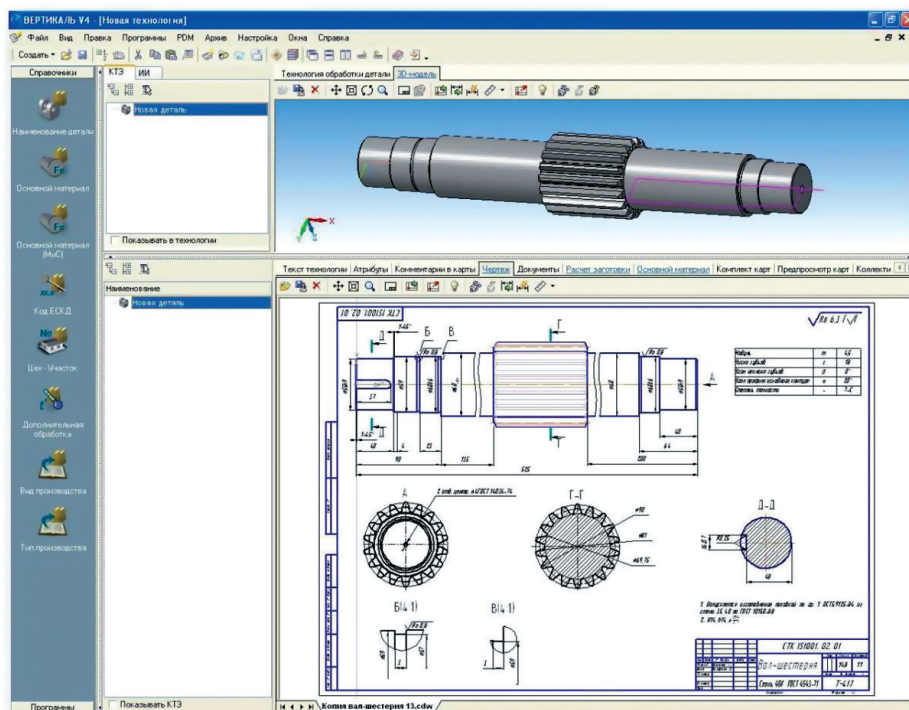


Рис. 27. Пример параллельной работы конструкторского и технологического отделов

В настоящее время при конструировании изделий все больше внимания уделяют вопросам технологичности. Начиная со стадии эскизного проектирования и изготовления опытных образцов, изделия подвергаются тщательной технологической обработке. При решении вопроса о серийном изготовлении новой конструкции учитывается заключение о ее технологичности, то есть насколько она позволяет применять наиболее прогрессивные формы и методы производства. Технологическая обработка конструкций в процессе их проектирования дает возможность не только своевременно решить вопросы повышения технологичности, она позволяет также заблаговременно определить те требования, которые новое изделие предъявляет к организации серийного производства.

2.2.2. Организация технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятий к выпуску изделий заданного качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах [44]. Она включает:

- обработку конструкции изделия на технологичность;
- проектирование, обработку и освоение наиболее прогрессивных технологических процессов изготовления элементов и изделия в целом, разработку необходимой документации;
- проектирование, изготовление и отладку специализированных и специальных видов технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации.

В **разработке технологического процесса** можно выделить два этапа [43].

Первый целесообразно отнести к стадии проектирования самой конструкции. В ходе технологической обработки конструкции разрабатывают основные принципиальные положения по ее изготовлению, которые в дальнейшем и определяют основные направления в разработке рабочих технологических процессов. Оформленные в виде специальных технологических документов эти положения являются своеобразными «вехами» будущего серийного технологического процесса, называемыми директивными технологическими материалами (ДТМ), или директивной технологией (ДТ). Разработка таких материалов позволяет обеспечить наиболее высокий технический

уровень производства. В процессе разработки ДТМ решают вопросы выбора наиболее технологичных, с позиций сварки, конструктивных решений, схемы технологического расчленения конструкций, определяют характер соединений по технологическим разъемам и методы их выполнения, разрабатывают технические условия и задания на проектирование специального оборудования и технологической оснастки, выбирают методы, средства контроля и т. д. Разрабатывают ДТМ на базе наиболее прогрессивных технологических процессов и оборудования. К разработке привлекают специалистов научно-исследовательских организаций, ОКБ и т. п. Эти материалы являются одним из главных форм влияния научно-исследовательских и проектных организаций на повышение технического уровня серийного производства [43].

Все принципиально новые технологические решения, закладываемые в конструкции при проектировании, нуждающиеся в предварительной отработке, проверяются при изготовлении опытных образцов и принимаются с учетом их технико-экономической эффективности при заданном объеме производства. С другой стороны, ДТМ дают возможность серийным предприятиям значительно упростить и сократить срок подготовки производства и освоения изделия, заранее определить трудоемкость всех этапов производственного процесса, технологическую оснащенность, необходимость и объем реконструкции предприятия [43].

По окончании проектирования изделия на основе рабочих чертежей и ДТМ проводится второй этап — разрабатывается рабочий технологический процесс и создается необходимое специальное оборудование, технологическая и контрольная оснастка [43].

Разработка рабочей технологии ведется в строгом соответствии с рабочим проектом конструкции. Это накладывает на работу технологов определенные ограничения в связи с принятыми в проекте конструктивными решениями. В этих условиях ДТМ придается исключительно большое значение. Разработка рабочей технологии выполняется в две стадии [43].

На первой — выбирают способы обработки и получения элементов конструкций, устанавливают полный перечень всех необходимых операций и их рациональную последовательность (маршрут), выбирают технологическое оборудование, режимы обработки и технологическую оснастку, проводят нормирование операций и определяют их

трудоемкость. Полученные материалы представляются в виде маршрутной технологии [43].

На второй стадии производится детализация ранее выполненных разработок, степень и полнота которой зависят от типа производства. В большей степени детализируют технологический процесс в серийном и массовом производстве. Операции разбивают на переходы с указанием разрядов работающих, фондов времени, материалов, мер по технике безопасности и т. п. Каждая из операций оформляется в виде отдельной операционной технологической карты. В единичном и мелкосерийном производстве такие карты обычно не оформляют и детализируют непосредственно маршрутную технологию. При разработке серийной технологии изготовления изделия большое значение имеет использование типовых технологических процессов [43].

Технологический процесс, составленный для типового представителя группы, как правило, отличается от рабочего процесса изготовления конкретного элемента, входящего в группу и имеющего определенные отличия. Однако типовой технологический процесс является наиболее качественной основой для подготовки серийного производства. Использование типовых технологических процессов позволяет:

- существенно сократить затраты и сроки проектирования рабочих технологических процессов;
- обеспечить наиболее высокий технический уровень производства и внедрение передового опыта;
- повысить серийность рабочих технологических процессов, создавая предпосылки для механизации и автоматизации производства [43].

Типизация технологических процессов создает реальные условия для повышения производительности труда, сокращения сроков освоения новых изделий, повышения их качества и снижения себестоимости [43].

Важнейшей частью технологической подготовки производства является также **разработка и изготовление технологической оснастки**. В общем балансе средств производства специальное технологическое оснащение занимает важнейшее место и располагается вслед за технологическим оборудованием. Но если парк оборудования с изменением конструкции изделия при технологической подготовке изменяется незначительно, то технологическая оснастка обычно подвергается радикальным изменениям, даже полной замене. Поэтому

затраты на ее создание составляют важнейшую статью расходов. Так, в авиационной промышленности трудоемкость проектирования и изготовления технологического оснащения достигает 60–80 % от общей трудоемкости технологической подготовки серийного производства, а по времени изготовления — до 90 % всего цикла подготовки. Поэтому снижение трудоемкости и сроков создания оснастки является одним из основных резервов сокращения затрат на подготовку производства. Значительный эффект дает нормализация оснастки, основанная на использовании унифицированных и стандартных деталей и узлов [43].

Комплексная нормализация элементов оснастки позволяет уменьшить число типоразмеров и организовать их заблаговременное и централизованное изготовление. Такие элементы обладают высоким качеством, так как создаются на основе обобщения передового опыта и подвергаются более тщательной обработке при изготовлении на специализированном предприятии. Они сравнительно недорогие [43].

Конкретные конструкции приспособлений и установок из таких элементов выполняются методом агрегатирования (создание требуемых компоновок). При этом резко сокращаются трудоемкость проектно-конструкторских разработок и сроки создания агрегатов в период технологической подготовки. Особое преимущество унифицированных и нормализованных элементов заключается в их обратимости — возможности многократного использования в различных компоновках [43].

Примером может служить механическое сварочное оборудование, разработанное ИЭС им. Е. О. Патона, ВПТИТЯЖМАШ, ВИСП и другими организациями и предназначенное для создания механизированных сварочных установок методом агрегатирования. Создание таких комплексов особенно важно для производств с небольшой и часто меняющейся программой (рис. 28).

Для ускорения запуска в производство новых изделий и снижения расходов в отечественной промышленности проведена большая работа по совершенствованию методов и средств подготовки производства. Важное назначение имеет **характер организации работ**. Признание получил параллельно-последовательный метод при выполнении всего комплекса работ по освоению новых изделий. Кроме того, разрабатываются и внедряются многие организационно-технические ме-

роприятия, направленные на сокращение сроков выполнения работ на каждом этапе подготовки производства. Сущность параллельно-последовательного метода заключается в следующем. Работа по подготовке производства нового изделия на серийном предприятии начинается после определения основных характеристик изделия, то есть задолго до окончания разработки всего комплекта чертежей рабочего проекта.

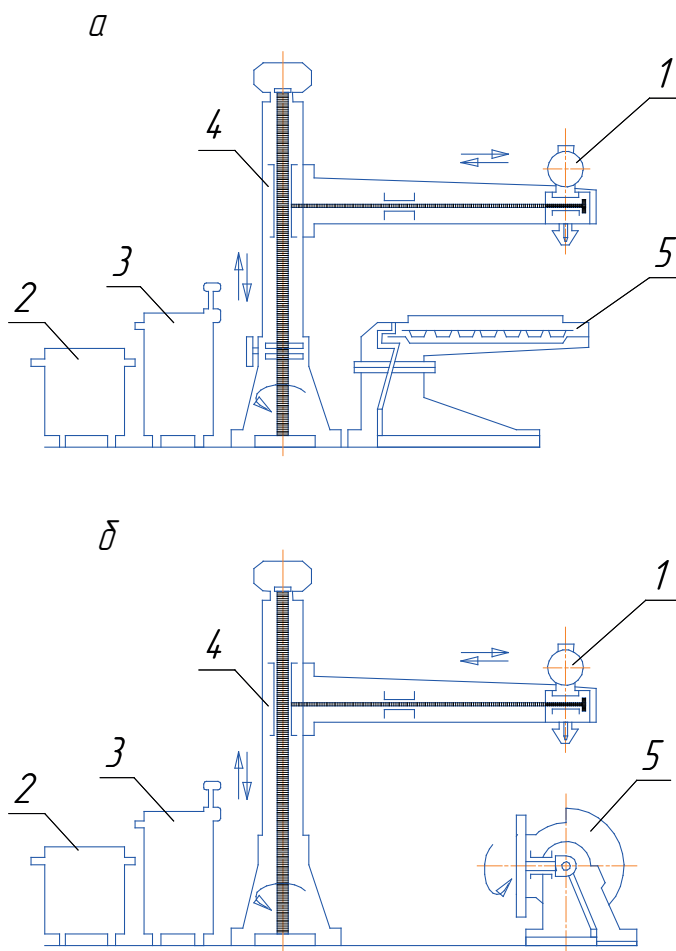


Рис. 28. Типовые компоновки установок для сварки продольных (а) и кольцевых (б) швов:

- 1 — сварочная головка; 2 — источник питания сварочной дуги;
3 — шкаф с электроаппаратурой; 4 — поворотная колонна для закрепления сварочной головки; 5 — приспособление для закрепления изделия

Начало работ по каждому последующему этапу подготовки производства опережает окончание работ по предыдущему этапу. В результате работы по разным этапам выполняются не после завершения каждого из них, а параллельно, с небольшим сдвигом во времени. Такое совмещение позволяет достигнуть значительного сокращения общего цикла подготовки производства. Так, в ряде ведущих отраслей машиностроения широко практикуется совмещение во времени работ ОКБ, опытного завода и серийного предприятия. К этим организациям при необходимости подключают соответствующие научно-исследовательские институты. В результате их совместной работы обеспечивается возможность заблаговременной проработки всех принципиальных технологических вопросов, определения характера и объема оснащения производства, составления технических условий на проектирование специального оборудования и оснастки, заранее приступить к их проектированию и изготовлению [43].

Большое значение в организации и управлении технологической подготовкой производства имеют такие системы стандартов, как ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП (Единая система технологической подготовки производства). Эти системы предусматривают возможность обработки технической документации на базе средств вычислительной техники, что является одной из важнейших основ автоматизации работ по подготовке производства [43].

Дальнейшее сокращение сроков подготовки производства в связи с непрерывным усложнением самих конструкций продолжает оставаться одной из самых актуальных задач машиностроительного производства в целом и сварочного производства в частности. Поэтому непрерывно ведутся поиски путей совершенствования методов технологической подготовки производства. Эффективным направлением в решении этой проблемы является вынесение все большего объема работ, связанных с подготовкой производства, за пределы времени с момента окончания проектирования изделия до начала его серийного изготовления. Этого можно достичь более широким применением разработанных и освоенных типовых технологических решений и комплексной унификации, нормализации и агрегатирования технологического оснащения при подготовке производства нового изделия. В сварочном производстве данный подход используется недостаточно. Другое направление — широкое применение при проектировании рабочих технологических процессов методов научной организации

труда, позволяющих существенно сократить трудоемкость проектирования. Для решения этих задач большое значение имеет создание автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) на базе использования ЭВМ и других средств вычислительной техники [43].

При этом встает вопрос о создании и внедрении единых систем классификации и кодирования всей технико-экономической информации и унифицированной документации, разработки машинных методов решения технологических задач, создания систем управления качеством. Решение такой проблемы позволит поднять сварочное производство страны на более высокий уровень. Однако для этого необходимы объединенные усилия многих научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственных организаций, занимающихся технологической подготовкой [43].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основное назначение директивных технологических материалов в ТПП.
2. Какова суть параллельно-последовательного характера организации работ ТПП?

3. Технологическая обработка сварных конструкций

3.1. Технологичность конструкции и методы ее обработки

3.1.1. Технологичность конструкции изделия

Технологичность является понятием комплексным, охватывающим экономические, технологические и качественные показатели, основными из которых являются: *себестоимость, трудоемкость и качество*. Общее определение вводится стандартами системы ЕСТПП ГОСТ 14.201–83 и ГОСТ 14.205–83 [45, 46].

Технологичность конструкции изделия — совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [46].

Обеспечение технологичности конструкции изделия — это функция подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижения оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия [45].

Достижение высоких показателей технологичности изделия осуществляется на основе взаимосвязанного решения конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращения времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техни-

ческое обслуживание и ремонт при сохранении необходимого качества изделия. Такая совокупность мероприятий называется **отработкой изделия на технологичность**.

Отработка конструкции (изделия) на технологичность — часть работ по обеспечению технологичности, направленная на достижение заданного уровня технологичности и выполняемая на всех этапах разработки изделия [46].

Отработка изделия на технологичность основывается на детальном изучении исходных данных, виде изделия, объеме выпуска и типе производства.

С учетом этих данных выбираются критерии оценки технологичности конструкции изделия, методы их расчета и сравнительной оценки с базовыми или нормативными показателями. По принятым критериям выявляются и оцениваются свойства конструкции изделия с позиции экономии затрат по ее выпуску, ремонту и эксплуатации, сокращения сроков выпуска, улучшения условий труда в процессе производства. Анализ подобного рода носит название — *анализ технологичности конструкции изделия*. Принятые при этом критерии оценки технологичности называются *показателями технологичности* [47].

На основе проведенного анализа делается заключение о целесообразности выпуска рассматриваемого изделия данными технологическими приемами. Если полученный уровень технологичности удовлетворяет требованиям, предъявляемым к выпуску аналогичных изделий, изделие считается пригодным для запуска в производство. В противном случае изыскиваются дополнительные мероприятия с целью повышения технологических качеств конструкции. Обычно такие мероприятия связаны с изменением конструктивного оформления изделия, разбивкой изделия на другие сборочные единицы, корректировкой технологии его изготовления [47].

Технологический контроль конструкторской документации — контроль конструкторской документации, при котором проверяется соответствие конструкции изделия требованиям технологичности [46].

Технологичность изделия может быть:

- **производственная** — технологичность конструкции изделия при технологической подготовке производства, изготовлении, а также монтаже вне предприятия-изготовителя [46];

- **эксплуатационная** — технологичность конструкции изделия при подготовке его к использованию по назначению, техническом обслуживании, текущем ремонте и утилизации [46];
- **ремонтная** — технологичность конструкции изделия при всех видах ремонта, кроме текущего [46].

Обеспечение технологичности конструкции изделия включает:

- отработку на технологичность на всех стадиях разработки изделия, при ТПП (технологической подготовке производства) и в обоснованных случаях при изготовлении изделия;
- совершенствование условий выполнения работ при изготовлении, ремонте и эксплуатации;
- количественную оценку технологичности (например, технологическая себестоимость);
- технологический контроль КД (конструкторской документации);
- подготовку и внесение изменений в КД по результатам технологического контроля, обеспечивающих достижение базовых значений показателей технологичности [45].

При проведении отработки конструкции изделия на технологичность следует учитывать:

- вид изделия (его главные конструктивные и технологические признаки), степень его новизны и сложности, условия изготовления, технического обслуживания и ремонта, а также монтажа вне предприятия-изготовителя;
- перспективность изделия и объем его выпуска (определяют целесообразную степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов);
- передовой опыт предприятия-изготовителя и других предприятий с аналогичным производством, новые высокопроизводительные методы и процессы изготовления;
- оптимальные условия конкретного производства при рациональном использовании имеющихся средств технологического оснащения и производственных площадей и планомерном внедрении новых передовых технологических методов и средств производства;
- связь достигнутых показателей технологичности с другими показателями качества изделия.

Технологичность конструкции специфицируемого изделия рассматривают относительно всего изделия, учитывая технологичность со-

ставных частей, сборки, испытаний, монтажа вне предприятия-изготовителя, технического обслуживания и ремонта.

Отработка конструкции изделия на технологичность должна обеспечивать на основе достижения технологической рациональности и оптимальной конструктивной и технологической преемственности конструкции изделия **решение следующих основных задач** [45]:

- снижение трудоемкости и себестоимости изготовления изделия и его монтажа вне предприятия-изготовителя;
- снижение трудоемкости, стоимости и продолжительности технического обслуживания и ремонта изделия;
- снижение важнейших составляющих общей материалоемкости изделия: расхода металла и топливно-энергетических ресурсов при изготовлении, монтаже вне предприятия-изготовителя, техническом обслуживании и ремонте.

Комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления изделия и его монтажа вне предприятия-изготовителя в общем случае включает:

- повышение серийности изделия и его составных частей при изготовлении (обработка, сборка, испытание) посредством стандартизации, унификации и обеспечения конструктивного подобия;
- ограничение номенклатуры составных частей, конструктивных элементов и применяемых материалов;
- применение в разрабатываемых конструкциях освоенных в производстве конструктивных решений, соответствующих современным требованиям;
- применение высокопроизводительных и малоотходных технологических решений, основанных на типизации процессов и других прогрессивных формах их организации;
- применение высокопроизводительных стандартных средств технологического оснащения, обеспечивающих оптимальный уровень механизации и автоматизации труда в производстве;
- использование конструктивных решений, позволяющих снизить затраты на обеспечение: доступа к составным частям; установки и съема составных частей изделия;
- использование конструктивных решений, обеспечивающих возможность транспортирования изделия в собранном виде или

в виде законченных составных частей, не требующих при монтаже разборки для расконсервации, ревизии, а также операций по подгонке;

- использование конструктивных решений, облегчающих и упрощающих условия изготовления и монтажа вне предприятия-изготовителя для ограничения требований к квалификации изготовителей и монтажников.

Комплекс работ по снижению трудоемкости, стоимости и продолжительности технического обслуживания и ремонта изделия в общем случае включает:

- использование конструктивных решений, позволяющих снизить затраты на проведение подготовки к использованию по назначению, технического контроля, технического диагностирования и на транспортирование изделия;
- использование конструктивных решений, позволяющих снизить затраты на обеспечение: доступа к составным частям; замены составных частей изделия такими же частями при сохранении установленного качества изделия в целом; установки и съема составных частей изделия; восстановления геометрических характеристик и качества поверхности детали;
- повышение требований по унификации и стандартизации составных частей изделия;
- ограничение числа сменяемых составных частей изделия, номенклатуры материалов, инструмента, вспомогательного оборудования и приспособлений;
- использование конструктивных решений, облегчающих и упрощающих условия технического обслуживания и ремонта для ограничения требований к квалификации персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт.

Комплекс работ по снижению материалоемкости изделия включает:

- применение рациональных сортментов и марок материалов, рациональных способов получения заготовок, методов и режимов упрочнения деталей;
- разработку и применение прогрессивных конструктивных решений, позволяющих повысить ресурс изделия и использовать малоотходные и безотходные технологические процессы;
- разработку рациональной компоновки изделия, обеспечиваю-

щей сокращение расхода материала при монтаже вне предприятия-изготовителя;

- внедрение научно обоснованных запасов прочности металлоконструкций, типовых методов расчетов и испытаний изделия.

Технологичной считается конструкция, обеспечивающая наиболее простое, быстрое и экономичное изготовление при обязательном соблюдении необходимых условий прочности, устойчивости, выносливости и других эксплуатационных качеств, то есть в которой соблюдается соответствие прогрессивных конструктивных решений передовым технологическим возможностям производства. Отсюда понятие технологичность конструкции представляется как довольно сложная характеристика, определяемая комплексом прогрессивных конструктивных и технологических решений, позволяющих при обеспечении всех необходимых эксплуатационных качеств изделия добиться в процессе изготовления высоких производственных показателей — снижения металлоемкости, быстрого освоения в производстве, минимальной трудоемкости и себестоимости.

Следовательно, технологичность лежит в основе наилучшего использования конструкторско-технологических резервов для наиболее полного решения задач, связанных с повышением технико-экономических показателей качества изделий и их изготовления с соблюдением технических требований. Поэтому достижение высокой технологичности является основной целью технологической отработки конструкций, проводимой в период подготовки производства [47].

3.1.2. Методы отработки конструкции на технологичность

Отработка конструкции изделия на технологичность производится совместно разработчиками конструкторской и технологической документации, предприятиями-изготовителями изделия и представителями заказчика (специалистами по техническому обслуживанию и ремонту техники). Для изделий типа «сборочная единица» или «комплекс», подлежащих монтажу вне предприятия-изготовителя, в отработке конструкции изделия на технологичность должны участвовать представители организаций, осуществляющих монтажные работы. В необходимых случаях к отработке конструкции изделия на технологичность могут привлекаться специализированные технологические институты [47].

Ответственными исполнителями обработки конструкции изделия на технологичность являются разработчики конструкторской документации.

Организация обработки конструкции изделий на технологичность должна быть установлена отраслевыми стандартами или стандартом организации.

Технические преимущества сварных конструкций по сравнению с конструкциями, изготовленными с использованием других методов получения неразъемных соединений, обеспечили им широкое распространение в различных отраслях машиностроения.

Однако они обладают рядом особенностей, которые необходимо учитывать как при проектировании (в том числе при обработке на технологичность), так и при производстве. Надо отметить существенное воздействие технологии обработки на исходные свойства материала, наличие в них напряженного состояния и деформаций, связанных со сваркой, неоднородность свойств материала в зоне сварных соединений и др. Эти особенности оказывают существенное влияние на характер перераспределения напряжений в сварных конструкциях в зависимости от прикладываемых нагрузок и сопротивляемость их эксплуатационным воздействиям, в конечном счете влияя на надежность и долговечность изделий [47].

Прогрессивность сварных конструкций характеризуется возможностью уменьшения их металлоемкости при обеспечении требуемых эксплуатационных качеств, более полным использованием свойств материалов, применением передовых методов производства. В связи с этим в теории и практике отечественной школы проектирования сварных металлоконструкций логически объединяются два направления: поиск путей проектирования конструкций с минимальной массой и меньшей металлоемкостью, внедрение и использование наиболее прогрессивных технологических процессов. Эти две главные линии во многом определяют развитие сварочного производства. Создание наиболее экономичных сварных конструкций требует комплексного конструктивно-технологического проектирования, при котором вопросы конструкторского плана решаются одновременно с вопросами технологии и трудоемкости, а обеспечение высокой работоспособности конструкций достигается конструктивными и технологическими мерами. Проектирование невозможно без учета особенностей технологии, а в современной практике проектно-конструкторских работ

одним из важнейших моментов становится соблюдение принципов технологичности конструкций. Нельзя эффективно использовать передовую технологию, когда конструкция разработана без учета технологичности [47].

В практике современного машиностроения **существуют два метода отработки конструкций на технологичность** (см. рис. I).

Первый заключается в анализе технической документации после окончания проектирования и разработки рабочего проекта изделия. В этом случае проводится анализ уже имеющейся документации в отношении удовлетворения требований технологичности, предъявляемых производством конкретного завода-изготовителя. Обычно такой анализ проводится параллельно с разработкой рабочей технологии и организацией серийного производства нового изделия. При этом в техническую документацию вносятся лишь незначительные изменения, мало влияющие на принципиальные конструктивные решения, так как разработка конструкции к этому моменту практически завершена. Эффективность такого подхода невысока.

По второму методу отработка технологичности конструкций является непрерывным процессом, начинающимся с эскизного проекта изделия и продолжающимся на всех стадиях проектирования и изготовления как его опытных образцов, так и серийной продукции. Такой подход во всех случаях дает большую эффективность, особенно с точки зрения своевременной технологической подготовки и освоения серийного производства, а также в отношении проведения необходимых научных исследований и экспериментальных работ, выявления типажа оборудования и разработки рекомендаций по внедрению новых прогрессивных технологических процессов [47].

Содержание работ по отработке конструкций на технологичность зависит от стадии разработки технической документации (см. рис. I).

Необходимо отметить, что основные принципиальные положения, определяющие направленность отработки технологичности конструкций, закладываются в период разработки эскизного и технического проектов. Опытом отечественной и зарубежной промышленности установлено, что свыше 70 % общего уровня технологичности конструкций достигают на этапе технологической отработки, совпадающим с периодом эскизного и технического проектирования [47].

На стадии эскизного проектирования выявляют возможность осуществления различных конструктивных решений и оценивают их тех-

нологическую целесообразность. Обработка технологичности идет за счет выбора наиболее оптимальных конструктивных решений, расчленения конструкции на основные сборочные единицы, разработки общих схем сборки и сварки, обоснованного назначения точности изготовления и выявления важнейших размерных цепей, выбора материалов и основных технологических методов обработки. Таким образом, принципиальные вопросы изготовления сварной конструкции решаются уже на первом этапе ее проектирования [47].

Второй этап технологической обработки совпадает с разработкой технического проекта и изготовлением опытных образцов. При этом отрабатывается до 20–25 % всего эффекта технологичности. На этапе технического проектирования производится детальная технологическая проработка принятого ранее варианта конструкции. Производится выбор рациональных заготовок и способов их получения, определяются возможности обеспечения технологичности при обработке различными способами, выбираются конструктивные и технологические базы, обеспечивается удобство подходов к местам соединений, нормализация материалов, полуфабрикатов, параметров соединений и т. д. Детально прорабатывается конструктивное оформление всех сварных соединений с указанием характера обработки кромок, допусков на размеры и припусков на обработку после сварки. Для достижения точности и сохранения размеров конструкций после сварки предусматривают технологические мероприятия по предотвращению и устранению сварочных напряжений и деформаций. Эти вопросы также прорабатывают на стадии изготовления опытного образца как с целью обоснования величин допусков на размеры заготовок, припусков на последующую механическую обработку сварного изделия, так и с целью определения рациональности применения операций термообработки.

По окончании рабочего проектирования и изготовления опытных образцов должна завершаться и обработка технологичности конструкций. На дальнейших этапах создания и освоения выпуска изделий отработка технологичности, как правило, не превышает 5–10 % от общего уровня.

Таким образом, высокая технологичность создаваемых конструкций может быть обеспечена только при тесном взаимодействии конструкторских служб на всех стадиях создания изделия и особенно — в период его проектирования [47].

При отработке изделия на технологичность следует руководствоваться следующими принципами:

- необходимо соблюдать технологическую преемственность, заключающуюся в максимальном использовании технологии и оснастки, применявшимся при изготовлении ранее выпускавшейся продукции. Применение этого принципа основано на типизации технологических процессов и элементов его оснащения;
- предусматривать возможность применения комплексной механизации и автоматизации производства, в том числе в условиях малой серийности и частой смены изготавливаемых объектов. Данный принцип основывается на унификации и стандартизации элементов технологической оснастки, подборе оборудования (специального в условиях крупносерийного и массового производства и универсального при мелкосерийном производстве), применения агрегатирования;
- осуществлять разбивку металлоконструкции на сборочные единицы, обеспечивающую параллельную организацию работ по их изготовлению;
- увязывать технологичность отдельных элементов с технологичностью изделия в целом [47].

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды технологичности Вы знаете?
2. Опишите два метода отработки конструкции на технологичность.

3.2. Общие правила обеспечения и показатели технологичности конструкции

3.2.1. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия

Для обеспечения технологичности конструкции изделия на каждой стадии проектирования конструкторской документации (ГОСТ 2.103–2013) необходимо ориентироваться на следующие показатели.

При разработке технического задания:

- сбор информации по технологичности конструкции изделия-аналога;

- установление требований к технологичности;
- выбор номенклатуры базовых показателей технологичности и расчет значений базовых показателей технологичности (количественные показатели: трудоемкость, технология сварного соединения и др.).

Стадия технического предложения:

- выявление вариантов конструктивных решений, имеющих лучшие предпосылки для рационального членения и компоновки изделий;
- выявление возможности заимствования составных частей;
- выявление новых материалов, технологических процессов и средств технологического оснащения;
- расчет показателей технологичности;
- выбор окончательного варианта конструктивного решения и/или выбор компоновки изделия;
- технологический контроль КД (конструкторской документации).

Например, на этой стадии принимается решение о разбиении сварной конструкции на узлы. Это позволяет:

- сократить общее время изготовления конструкции;
- снизить внутренние усилия;
- снять напряжения;
- нет необходимости в правке;
- повысить надежность конструкции.

Стадия эскизного проектирования:

- анализ соответствия компоновки и членения конструкции условиям производства;
- анализ соответствия компоновки и членения конструкции условиям технического обслуживания и ремонта;
- сопоставление вариантов конструкции по унификации, стандартизации, способам соединения и пр.
- расчет показателей технологичности;
- выбор варианта конструкции;
- технологический контроль КД.

Стадия технического проект:

- определение возможности параллельной и независимой сборки и контроля составных частей изделия;
- анализ соответствия конструкции компоновки сменных и требующих технического обслуживания составных частей требованиям технического обслуживания;

- выявление применения покупных, стандартных, унифицированных или освоенных производством составных частей изделия;
- анализ возможности применения новых типовых и групповых процессов;
- расчет показателей технологичности;
- принятие основных принципиальных решений и совершенствование работ;
- технологический контроль КД.

Стадия рабочей конструкторской документации:

а. Разработка рабочей конструкторской документации опытного образца (партии) или изделия единичного производства:

- анализ возможности сборки изделия и его составных частей без промежуточных разборок;
- выбор рациональных способов центрирования, фиксирования и регулирования составных частей;
- определение доступности и легкосменности сменных и требующих технического обслуживания частей;
- выявление возможности унификации сборочных единиц;
- выявление возможности унификации деталей и их конструктивных элементов;
- установление экономической целесообразности методов получения заготовок;
- поэлементная отработка конструкции детали и сборочной единицы на технологичность;
- технологический контроль КД.

Изготовление и испытания опытного образца. В процессе испытаний проводят:

- проверку соответствия членения конструкции организационной структуре предприятия;
- проверку соответствия детали рациональным способам получения заготовок;
- проверку соответствия заданной точности техническим данным средств технологического оснащения (например, если изготовление заготовки осуществляется на гильотинных ножницах, то задавать точность изготовления заготовки до 0,05 мм не имеет смысла);
- проверку применимости нормальных рядов размеров стандартного режущего и измерительного инструмента;

- проверку возможности использования технологических баз конструкции и их увязка;
- проверку возможности сокращения обрабатываемых поверхностей, совмещения, расчленения детали;
- проверку удобства и быстроты регулировки расположения частей;
- проверку возможности технического контроля, в том числе контроля технического состояния, технического диагностирования, доступа к составным частям при техобслуживании и ремонте;
- проверку возможности замены составных частей другими такими же частями при сохранении установленного качества изделия;
- проверку возможности и удобства установки и съема составных частей изделия при его техобслуживании, ремонте, монтаже и демонтаже;
- проверку восстановления геометрических характеристик и качества поверхности детали;
- проверку соответствия технологичности конструкции требованиям ремонтпригодности и транспортабельности;
- анализ технологичности опытного образца;
- расчет показателей технологичности;
- корректировку и технологический контроль КД с учетом предложений об изменении, выявленных при анализе опытного образца.

б. Разработка рабочей конструкторской документации для серийного (массового) производства:

- окончательное принятие решений по совершенствованию условий выполнения работ при производстве, эксплуатации и ремонте и фиксация этих решений в технологической документации (ТД);
- окончательная обработка конструкции изделия в период производства, технологического процесса установления серии;
- доведение конструкции изделия до соответствия требованиям серийного производства с учетом применения наиболее производительных процессов;
- доведение конструкции изделия до соответствия существующей и создаваемой системы технического обслуживания, диагностирования, ремонта, монтажа, транспортирования и хранения;
- оценка соответствия достигнутого уровня технологичности требованиям технического задания;
- корректировка КД;

- оценка эксплуатационной и ремонтной технологичности путем проведения исследовательских (определяющих) испытаний или организация сбора данных по технологичности изделия в процессе эксплуатации и ремонта [45].

3.2.2. Количественные показатели технологичности конструкции

Оптимальный уровень технологичности достигается при использовании комплекса конструктивно-технологических мероприятий. При разработке и создании новых изделий, модернизации и изменениях существующих или при сравнении альтернативных вариантов конструкций возникает необходимость в оценке их технологичности. При этом необходима не только оценка соответствия принятых конструктивных решений запроектированной технологии изготовления, но и оценка технического и экономического уровня разрабатываемых конструкций по количественным показателям.

Оценка технологичности разрабатываемого изделия складывается из оценки технологичности всех входящих в него элементов (узлов, агрегатов, деталей) [45]. Наиболее целесообразно давать оценку технологичности конструкции на стадии проектирования по чертежам, учитывая ее эксплуатационную предназначенность, так как этим определяются ряд конструктивных особенностей, масштаб производства и соответствие достигнутому техническому уровню изготовления подобных изделий. Для объективной оценки используется ряд специальных критериев [45].

1. Себестоимость и трудоемкость изготовления сварной конструкции.

Технологическая себестоимость изделия — часть себестоимости изделия, определяемая суммой затрат на осуществление технологических процессов изготовления изделия [45]:

$$C_T = C_M + C_3 + C_{ЦР}, \quad (1)$$

где C_M — стоимость материалов; C_3 — заработная плата производственных рабочих с начислениями; $C_{ЦР}$ — цеховые расходы, включающие расходы на электроэнергию, ремонт и амортизацию оборудования, оснастки, инструмента, вспомогательных материалов.

Уровень технологичности конструкции изделия — показатель технологичности, выражаемый отношением значения показателя техно-

логичности данного изделия к назначению соответствующего базового показателя технологичности [45].

Уровень технологичности по себестоимости:

$$K_c = \frac{C_T}{C_{BT}}, \quad (2)$$

где C_{BT} — базовый показатель технологической себестоимости, аналогичной сварной конструкции. Базовый показатель технологичности конструкции изделия — показатель, принятый за исходный при оценке технологичности [46].

Однако оценка по себестоимости громоздка и не всегда приемлема, так как включает такие, не связанные с технологией изготовления, составляющие, как стоимость материалов, амортизация основных средств, спецрасходы и т. п. В связи с этим в качестве показателя технологичности часто используется трудоемкость изготовления конструкции $T_{и}$ или трудоемкость сварочных работ T_{CB} .

Трудоемкость изготовления изделия — суммарные затраты труда на выполнение технологических процессов изготовления изделия [45]. Общая трудоемкость изготовления сварного или паяного изделия складывается из трудоемкости выполнения всех операций технологического процесса: заготовительных T_3 , сборочных и сварочных T_{CB} и T_{CB} , работ по испытаниям и контролю T_K и др.:

$$T_{и} = T_3 + T_{CB} + T_{CB} + \dots + T_K. \quad (3)$$

Уровень технологичности по трудоемкости:

$$K_T = \frac{T_{и}}{T_{БИ}}, \quad (4)$$

где $T_{БИ}$ — базовый показатель трудоемкости. Показатели себестоимости и трудоемкости на стадии проектирования можно определять по имеющимся в отраслях машиностроения опытно-статистическим данным для аналогичных конструкций с использованием корректирующих коэффициентов.

В связи с прогрессом в машиностроении наблюдается непрерывное увеличение мощности, производительности, грузоподъемности и других технических характеристик разрабатываемых изделий. Поэтому сравнение конструкций по абсолютным показателям не всегда позволяет четко оценить уровень их технологичности. В этом случае

более наглядные результаты могут быть получены при использовании удельных показателей, равных отношению абсолютных показателей к номинальному значению основной технической характеристики конструкции, выбираемой по функциональному назначению изделия (мощность, емкость, грузоподъемность и т. д.).

Удельная трудоемкость изготовления изделия — отношение трудоемкости изготовления изделия к величине его полезного эффекта или к номинальному значению основного параметра [45].

Показатель удельной трудоемкости:

$$K_{\text{ут}} = \frac{T}{N}, \quad (5)$$

где N — показатель технической характеристики по эксплуатационному назначению.

Уровень технологичности по удельным показателям:

$$t_{\text{T}} = \frac{K_{\text{ут}}}{K''_{\text{ут}}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{ут}}$, $K''_{\text{ут}}$ — показатели удельной трудоемкости для разрабатываемой и базовой конструкций соответственно.

Удельную себестоимость K_{yc} и уровень технологичности по удельной себестоимости определяют по формулам:

$$K_{\text{yc}} = \frac{C_{\text{и}}}{N}, \quad (7)$$

$$t_{\text{C}} = \frac{K_{\text{yc}}}{K''_{\text{yc}}}, \quad (8)$$

где K_{yc} , K''_{yc} — удельная себестоимость разрабатываемой и базовой конструкции соответственно.

Показатели по трудоемкости и себестоимости позволяют выявить уменьшение затрат труда и расходов на изготовление нового изделия и являются основными обобщающими критериями, позволяющими оценить экономическую эффективность комплекса мероприятий, проведенных по отработке технологичности сварной конструкции.

2. Эффективность использования материалов

Расход материалов и рациональность их использования в значительной степени связаны с техническим уровнем самих конструкций и их производства и характеризуют прогрессивность примененных при

проектировании конструктивных и технологических решений. Поэтому для оценки эффективности использования материалов можно использовать ряд критериев.

Общая масса $M_{\text{и}}$ и удельный показатель массы [48]:

$$K_{\text{ум}} = \frac{M_{\text{и}}}{N} \quad (9)$$

в первую очередь характеризуют металлоемкость конструкции.

Коэффициент использования материалов (10):

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{и}}}{M_3}, \quad (10)$$

где M_3 — масса металла заготовок. Этот показатель дает возможность судить не только о расходе материалов, но и о том, насколько рационально выбраны и используются исходные заготовки и какое количество материалов идет в отходы при изготовлении конструкции.

Коэффициент применяемости материала (11) [48]:

$$K_{\text{пм}} = \frac{M_{\text{м}}}{M_{\text{и}}}, \quad (11)$$

где $M_{\text{м}}$ — масса данного материала в сварной конструкции. По этому показателю определяют степень использования того или иного материала в конструкции. По нему можно судить о прогрессивности материалов, применяемых при создании сварных конструкций.

Использование наплавленного металла. Для многих сварных конструкций большое значение имеет объем наплавленного металла, в значительной степени определяющий объем сварочных работ и техническое совершенство самих конструкций. Для оценки технологичности могут использоваться показатели относительного расхода наплавленного металла $d_{\text{н.ме}}$ (12), удельного расхода наплавленного металла $K_{\text{н.ме}}$ (13) и удельной доли наплавленного металла $d'_{\text{н.ме}}$ (14):

$$d_{\text{н.ме}} = \frac{M_{\text{н.ме}}}{M_{\text{и}}}. \quad (12)$$

$$K_{\text{н.ме}} = \frac{M_{\text{н.ме}}}{N}. \quad (13)$$

$$d'_{\text{Н Ме}} = \frac{K_{\text{Н Ме}}}{K_{\text{УМ}}}, \quad (14)$$

где $M_{\text{Н Ме}}$ — масса наплавленного металла в конструкции.

Снижение массы наплавленного металла связано с уменьшением остаточных деформаций и повышением технологичности сварных конструкций. Приведенные критерии по оценке эффективности использования материалов без особых затруднений можно определить непосредственно по чертежам конструкций в период их проектирования. Уровень технологичности по использованию материалов определится соотношением соответствующих удельных показателей новой и базовой конструкций.

Технический уровень производства. Ранее отмечалось, что уровень производства определяется использованием наиболее прогрессивных механизированных и автоматизированных технологических процессов. Поэтому одним из показателей, характеризующих технологичность конструкции в производстве, может служить степень механизации и автоматизации производственных процессов. Уровень механизации и автоматизации сварочных работ (15):

$$K_{\text{М}} = \frac{\sum K_i T_{\text{М}_i}}{\sum T_{\text{р}_i} + \sum K_i T_{\text{М}_i}}, \quad (15)$$

где $T_{\text{М}_i}$, $T_{\text{р}_i}$ — трудоемкость сварочных работ, выполняемых механизированными и ручными способами соответственно; K_i — коэффициент приведения трудоемкости механизированных способов к трудоемкости ручных способов сварки (определяются по методике, предусмотренной нормативно-технической документацией).

Одним из показателей организации производства, характеризующих технологичность, может являться число технологически завершенных узлов, то есть укрупненных сборочных единиц конструкции, пригодных для одновременного изготовления на параллельных технологических линиях. Этот показатель характеризует фронт работ при изготовлении конструкции и непосредственно связан с уменьшением производственного цикла.

ГОСТ 14.201–83 содержит рекомендуемый перечень показателей технологичности конструкции, оцениваемые для различных видов изделий на различных стадиях разработки конструкторской документации (табл. 13) [45].

Таблица 13

Рекомендуемый перечень показателей технологичности конструкций изделий

	Виды изделия				Стадии разработки конструкторской документации				
	Деталь (1)	Сборочная единица (2)	Комплекс (3)	Комплект (4)	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация	
								Опытного образца (партии)	Серийного (массового) производства
Показатели технологичности конструкции изделия									
1. Трудоемкость изготовления изделия	•	•	•	•	Ø _{2,3}	О _{2,3}	О _{2,3}	О _{2,3}	• 1–4
2. Удельная материалоемкость изделия (удельная металлоемкость, удельная энергоемкость и т. д.)	-	•	•	-	Ø	○	○	•	•
3. Технологическая себестоимость изделия	•	•	•	•	○	Ø	Ø _{2,3}	О _{2,3}	• 1–4
4. Средняя оперативная трудоемкость технического обслуживания (ремонта) данного вида	Ø	•	•	-	-	-	-	○	•
5. Средняя оперативная стоимость технического обслуживания (ремонта) данного вида	Ø	•	•	-	-	-	-	○	•

Окончание табл. 13

Показатели технологичности конструкции изделия	Виды изделия				Стадии разработки конструкторской документации			
	Деталь (1)	Сборочная единица (2)	Комплекс (3)	Комплект (4)	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация
							Опытного образца (партии)	Серийного (массового) производства
7. Удельная трудоемкость изготовления изделия	-	•	•	-	-	O _{2,3}	O _{2,3}	•
8. Трудоемкость монтажа	-	•	•	-	-	-	Ø	•
9. Коэффициент применимости материала	-	•	Ø	Ø	-	-	Ø	•
10. Коэффициент унификации конструктивных элементов	•	Ø	Ø	Ø	-	Ø	•	Ø
11. Коэффициент сборности	-	•	•	-	-	•	•	•

Примечание:

1. Все знаки, регламентирующие применение показателей, действительны, если необходимость определения показателей установлена отраслевым стандартом или стандартом организации для конкретного вида изделий.
2. Знак «•» означает, что обязательно определение значения показателя точными методами.
3. Знак «o» означает, что обязательно определение значения показателя укрупненными методами.
4. Знак «Ø» означает, что обязательно определение значения показателя в общем случае.
5. Знак «-» означает, что для данного вида изделий или стадии разработки конструкторской документации не определяется значение показателя.
6. Индексы к знакам «•» и «o» указывают, для какого вида изделий определяется значение показателя на данной стадии разработки конструкторской документации

Приведенные показатели достаточно полно и с различных позиций характеризуют технологичность сварных конструкций и технический уровень процесса их изготовления и позволяют вскрывать слабые места при их создании. При необходимости оценку технологичности можно уточнить с помощью ряда дополнительных показателей, выбираемых в зависимости от конкретных требований (коэффициентов преемственности, оснащенности, унификации и стандартизации элементов и узлов, совмещения операций и др.).

Необходимо отметить, что в настоящее время в промышленности не существует единого подхода к оценке технологичности, поэтому назрела существенная потребность в разработке научно-обоснованной системы критериев и методики, учитывающих отраслевые особенности. Это позволит не только оценить, но и откроет возможность планировать уровень технологичности создаваемых сварных конструкций, что несомненно будет способствовать развитию технического прогресса в сварочном производстве [47].

Вопросы для самоконтроля

1. Как Вы считаете, почему обработку конструкции на технологичность следует проводить на всех стадиях разработки конструкторской документации?
2. Перечислите количественные показатели технологичности конструкции.

3.3. Технологический контроль конструкторской документации

3.3.1. Содержание технологического контроля

Понятие, содержание и порядок проведения технологического контроля конструкторской документации устанавливает ГОСТ 14.206–73 [49].

Технологический контроль направлен на:

- соблюдение в разрабатываемых изделиях установленных технологических норм и требований с учетом современного уровня развития данной отрасли техники и способов изготовления, эксплуатации и ремонта изделия;

- достижение в разрабатываемых изделиях заданных показателей технологичности;
- выявление наиболее рациональных способов изготовления изделия с учетом заданного объема выпуска, требования которого должны быть отражены в конструкторской документации.

Технологическому контролю подлежит конструкторская документация на изделия как основного, так и вспомогательного производства.

Содержание технологического контроля зависит от стадии разработки конструкторской документации:

1. *Техническое предложение:*

- правильность выбора варианта конструктивного решения в соответствии с требованиями технологичности.

2. *Эскизный проект:*

- правильность выбора принципиальной схемы конструкции, обеспечивающей простоту компоновки изделия и технологичность;
- рациональность конструктивных решений с точки зрения простоты изготовления;
- обеспечение преемственности конструкции;
- правильность расчленения изделия на составные части, обеспечивающие удобство обслуживания, монтажа и регулировки;
- установление номенклатуры основных марок материалов и соответствие этих марок установленному перечню;
- возможность применения рациональных методов обработки для наиболее сложных деталей.

3. *Технический проект:*

- возможность проведения сборки и контроля изделия и его основных составных частей независимо и параллельно;
- удобство и доступность мест сборки;
- возможность исключения или доведения до минимума механической обработки при сборке;
- возможность обеспечения необходимой взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей;
- выбор элементов конструкции сборочных единиц (основных составных частей) с точки зрения их технологичности;
- оптимальность номенклатуры контролируемых параметров, а также методов и средств их контроля;
- возможность применения стандартизованных методов выполнения и контроля;

4. Рабочая документация:

на стадии разработки рабочей документации проверяют данные, указанные для технического проекта, а также:

- технологичность деталей в зависимости от технологичности сборочных единиц;
- технологичность сборки как изделия в целом, так и его составных частей (в том числе сварных конструкций);
- технологичность механически обрабатываемых, литых, горячештампующих, холодноштампующих и термически обрабатываемых деталей;
- возможность разделения сборочной единицы на составные части, сборку которых целесообразно производить параллельно;
- наличие сборочных баз;
- удобство сборки и разборки;
- возможность уменьшения количества и объема пригоночных операций.

3.3.2. Порядок проведения технологического контроля

В зависимости от количества и содержания разрабатываемой конструкторской документации технологический контроль может производиться одним контролером или контролерами, специализированными:

- по характеру данных, содержащихся в конструкторских документах;
- по видам документов.

При этом контролеры могут быть специализированы на проверке отдельных видов документов, чертежей, схем, спецификаций и т. п.

Технологический контроль рекомендуется **производить** в два этапа:

- первый — проверка оригиналов текстовых и графических документов;
- второй — проверка в подлинниках текстовых и графических документов.

Документы, предъявляемые на технологический контроль, должны быть подписаны в графах «Разраб.» и «Пров.» [49].

Конструкторские документы должны **предъявляться** на технологический контроль комплектно:

- для проектной документации (технического предложения, эскизного и технического проектов) — все документы, разрабатываемые на соответствующей стадии;

- для рабочей документации (деталей, сборочной единицы, комплекса и комплекта) — чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, габаритные чертежи, схемы и пр. [49].

При технологическом контроле конструкторской документации **руководствуются** соответствующими стандартами ЕСТД, ЕСТПП, действующими руководящими материалами и другими документами.

Сведения о соблюдении в конструкторской документации норм и требований единой системы технологической подготовки производства систематизируются и представляются в конструкторское подразделение.

Конструкторская документация возвращается разработчику без рассмотрения в случае отсутствия необходимых подписей, небрежного выполнения и некомплектного предъявления.

При проведении технологического контроля, в случае необходимости, должны быть представлены дополнительные материалы по вопросам, возникшим при проверке (например, расчеты режимов, норм расхода материалов и т. п.).

Предложения по изменению и исправлению, выявленные при технологическом контроле и связанные с нарушением действующих нормативных документов, обязательны для внесения в конструкторские документы.

Предложения технологического контроля, касающиеся различных аспектов изменения конструкции и направленные на улучшение показателей технологичности, могут быть внесены в документацию при условии их согласования с разработчиком документации. Если при этом возникают разногласия, то они разрешаются техническим руководителем предприятия-разработчика.

Во всех проверяемых документах наносят карандашом условные пометки к элементам, которые должны быть исправлены. Сделанные пометки сохраняют до подписания подлинников.

В перечне (или журнале) замечаний против каждой пометки кратко и ясно излагают содержание замечаний и предложений технологического контроля [49].

Все **замечания и предложения** технологического контроля по проекту служат исходным материалом для оценки технологичности разрабатываемого изделия [49].

Подписание контролером проверенных конструкторских документов производится следующим образом: если документ проверяет один контролер по всем показателям, то он подписывает документ в графе

«Т. контр.» основной надписи; если документ последовательно проверяют несколько специализированных контролеров, то подписывает эти документы в графе «Т. контр.» основной надписи контролер наиболее высокой (в группе контролеров) должностной категории. Остальные контролеры ставят свои подписи на поле подшивки.

Исправлять и изменять подписанные контролером подлинники, не сданные в отдел (бюро) технической документации, без его согласия не допускается [49].

Что касается сварных конструкций, то, как правило, проводит обработку конструкции на технологичность технолог-сварщик, выполняя технологический контроль («Т. контр.»).

3.3.3. Рекомендации по обработке сварных конструкций на технологичность

Анализ современных технологических процессов показывает, что для создания технологичных конструкций необходимо использовать наиболее экономичные и производительные методы обработки и передовые формы организации производства. Однако полное и всестороннее использование существующих прогрессивных технологических методов и процессов возможно только при соблюдении ряда дополнительных требований. Например, нерационально использовать автоматические линии в единичном производстве, в то время как применение автоматических линий в массовом производстве является одним из правильных решений [47].

Поэтому при создании конструкций и обработке их технологичности необходимо учитывать ряд общих условий:

1. Технологичность конструкций в значительной степени зависит от масштаба выпуска и вида производства. Конструкция, технологичная для одного масштаба выпуска, может оказаться не технологичной для другого. Опыт показывает, что при переходе от одного масштаба выпуска к другому конструкции подвергаются значительным изменениям, а при большой разнице в масштабах — коренной переработке всей конструкции.

2. Технологичность отдельных элементов конструкции должна рассматриваться и увязываться с технологичностью изделия в целом. Повышение технологичности отдельных элементов может вызвать изменения, которые в итоге ухудшают технологичность всей конструкции или приводят к снижению ее технико-эксплуатационных характеристик.

3. Обработку технологичности конструкций необходимо рассматривать как комплексную задачу, учитывающую требования ко всем ста-

диям производственного процесса, начиная от изготовления заготовок и кончая сборкой, сваркой и испытанием готовых изделий. Производство сварных конструкций включает большое число разнообразных технологических процессов. Их связи и взаимное влияние в большинстве случаев неодинаковы и неоднозначны, только комплексное рассмотрение может обеспечить оптимальное решение, дающее наибольшую экономическую эффективность от технологической обработки конструкций.

4. При отработке технологичности изделий необходимо исходить в первую очередь из учета передового опыта и наиболее высокого технического уровня, достигнутого в данной отрасли производства. При этом необходимо учитывать и специфику данного предприятия-изготовителя, его технико-организационные особенности, оснащенность, освоенность различных процессов и оборудования и т. п.

Технологическая отработка сварных конструкций предусматривает обеспечение выполнения требований технологичности, предъявляемых к выбору и назначению характера конструкции и металла для ее изготовления, способов сварки и характеристик сварных соединений, точности изготовления и способов устранения или уменьшения сварочных напряжений и деформаций. В связи с этим можно наметить целый ряд вопросов, требующих решения при создании технологичных сварных и паяных конструкций [47].

Правильный выбор материала — один из важнейших вопросов проектирования и технологической отработки, поскольку оказывает непосредственное влияние на технические характеристики, массу и экономичность изготовления конструкции.

Требования к *свойствам материалов* в первую очередь определяются условиями работы, при этом важным является стабильность их свойств. Кроме того, учитывают затраты на материал, технологическую обработку, возможность проведения сварочных работ. В сочетании с требованиями, предъявляемыми условиями эксплуатации, требование хорошей *свариваемости* определяет практическую пригодность материала для сварных конструкций.

Особенно важен этот вопрос при создании конструкций из разнородных материалов. *Масса конструкции* существенно зависит от удельных показателей механических характеристик материала. Широко используемые низкоуглеродистые стали обладают низкой удельной прочностью, что ведет к увеличению металлоемкости конструкций, поэтому целесообразна замена их низколегированными сталями с пределом текучести 350–600 МПа. Весьма перспективны высокопроч-

ные стали с мартенситной и бейнитной структурой. Использование таких сталей дает возможность значительно снизить массу изделий. Однако повышение прочности материала требует более совершенных конструктивных разработок изделий высокого качества изготовления и контроля. Использование более прочных сталей (ЗОХГСА и др.) с $\sigma_B = 1200\text{--}1400$ МПа и особенно сталей с $\sigma_B \geq 1600$ МПа требует высокой культуры проектирования, всего производства. Кроме того, существенно возрастает трудоемкость изготовления, так как требуется проводить операции термообработки.

Для многих специальных конструкций применяются высоколегированные стали: коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Однако *стоимость* их высока и использование в конструкциях диктуется особыми условиями.

Стремление уменьшить массу конструкций ведет к более широкому применению легких сплавов, в первую очередь, на алюминиевой основе. Однако при выборе таких материалов нужно иметь в виду, что стоимость 1 т алюминиевых сплавов значительно выше стоимости 1 т стали, поэтому их применение может быть оправдано там, где выигрыш в массе имеет решающее значение. Хорошими механическими характеристиками в сочетании с малой плотностью обладают титановые сплавы. При $\sigma_B = 1200$ МПа их удельная прочность такая же, как у стали с $\sigma_B = 2100$ МПа. Большинство сплавов титана хорошо свариваются, обладают высокой коррозионной стойкостью, но требуют при сварке тщательной защиты от газов и проявляют склонность к замедленному разрушению. Это усложняет технологию изготовления из них конструкций.

При создании изделий из легких сплавов необходимо учитывать специфику поведения этих материалов в процессе изготовления сварных конструкций и в условиях эксплуатации.

Эффективным направлением в проектировании является использование в различных частях сварных конструкций разнородных материалов, наиболее полно отвечающих требованиям эксплуатации, применение двухслойного проката со специальными свойствами облицовочного слоя и других сочетаний.

Таким образом, свойства материала должны удовлетворять требованиям эксплуатации, обеспечивать необходимую свариваемость, технологическую обрабатываемость и экономическую целесообразность [47].

Важной задачей является правильный выбор способа получения соединений в соответствии с назначением, формой и размерами кон-

струкций. Назначение способа сварки в значительной степени определяется *свариваемостью*, особенно при соединении разнородных материалов, конструктивным оформлением изготавливаемых узлов, степенью их ответственности и *производительностью процесса*. К тому же необходимо учитывать определенный тип соединений, присадочный материал, приемы и обеспечение *удобства выполнения* сборочно-сварочных операций. Эти условия предопределяют механические свойства соединений и величину допускаемых напряжений, необходимых для прочностных расчетов конструкции. Поэтому назначение способа сварки производится уже на первой стадии разработки изделия. Оптимальность этого выбора в значительной степени зависит от правильности учета состояния сварочного производства и тенденций его развития [47].

Таким образом, при выборе способа сварки следует учитывать *производительность способа, вероятность появления дефектов, свариваемость материалов тем или иным способом, возможные деформации изделия, длину и форму шва, место расположения и пространственное положение шва, а также наличие технической возможности*.

Кроме того, применение двух и более способов сварки при изготовлении одного изделия должно быть обосновано.

При назначении способа сварки сборочных единиц технолог определяет вначале возможные способы сварки для каждой сборочной единицы и после сравнительного анализа — целесообразность их использования. Далее, исходя из технологических и экономических соображений, с учетом обеспечения высокой производительности и качества, технологического оснащения производства выбирается оптимальный вариант. На этом этапе работы над разработкой технологического процесса технолог определяет параметры режимов сварки, основываясь на рекомендациях технологических инструкций и нормативных документах для конкретного материала и его толщины, либо путем расчета по существующим методикам. При освоении новых для конкретного предприятия способов сварки, сварочных материалов или конструкционных сталей и сплавов возможней желательнее пользоваться рекомендациями лаборатории сварки по назначению режимов, основанными на экспериментальных данных, полученных в процессе технологических исследований.

Выбор способа сварки, как правило, сугубо индивидуален и зависит от многих факторов. Тем не менее, исходя из сложившейся на сегодняш-

ний день практики, можно высказать следующие общие рекомендации по выбору способа сварки. Наиболее высокую производительность обеспечивает контактная сварка, но, если исключить конструкции из тонколистового металла, то наибольший объем применения находят дуговые способы сварки плавлением, благодаря их универсальности, мобильности и отсутствию ограничений по толщине свариваемых материалов [2].

Наиболее универсальным и мобильным способом сварки является ручная дуговая сварка покрытым электродом. Основные преимущества этого способа состоят в возможности выполнения швов в различных пространственных положениях, расположенных на большом расстоянии друг от друга, но относительно низкая производительность и большая трудоемкость являются основной причиной постоянного сокращения объема применения ручной дуговой сварки.

Из дуговых способов сварки наибольшую производительность обеспечивает сварка под флюсом, но этот способ имеет ограничения, связанные с необходимостью удерживать флюс на поверхности деталей и удалять его после сварки. Поэтому автоматическую сварку под флюсом целесообразно применять для выполнения прямолинейных, кольцевых и круговых швов деталей толщиной свыше 4 мм в нижнем положении.

Сварка в защитных газах и сварка порошковой проволокой несколько уступает по производительности сварке под флюсом, но зато обладает большей маневренностью. Объем применения этих способов сварки постоянно увеличивается, особенно для сварки коротких или сложных по конфигурации швов, различно ориентированных в пространстве. Заметен рост объемов применения сварки в смеси защитных газов проволокой сплошного сечения и сварки с применением самозащитной порошковой проволоки [2].

Выбор сварочных материалов определяется *свойствами основного металла, выбранным способом сварки* и действующими нормативными документами, однако правильность выбора следует подтвердить расчетами режима сварки, химического состава металла шва и его механических свойств, свариваемости сварного шва.

Правильное назначение типа и параметров сварных соединений в зависимости от особенностей конструкции и *характера испытываемых нагрузжений* — один из важных вопросов технологичности. Качество сварных соединений и трудоемкость их выполнения в значительной степени зависят от проектных решений, определяющих тип присадочного мате-

риала, сечение швов и расчетный объем наплавленного металла, положение сварных швов в пространстве при выполнении сварочных работ, доступность и удобство выполнения сварки и т. п. Поэтому при выборе типа и конструкции сварных соединений намечаемые конструктивные решения необходимо оценивать не только с точки зрения прочности, но и с точки зрения технологичности. При назначении сварных соединений нужно учитывать *возможность выполнения соединений* в конструкции с максимальным использованием автоматизированных способов сварки, *число и размеры сварных швов должны быть минимальны* и строго обоснованы расчетами или технологическими условиями. Несоблюдение этих требований ведет к ухудшению качества и увеличению трудоемкости изготовления и себестоимости сварных конструкций.

В связи с этим в конструкциях необходимо использовать наиболее работоспособные и удобно выполняемые типы соединений, стремиться к сокращению их числа и уменьшению сечений. Расположение соединений в конструкциях должно уменьшать или *предотвращать появление сварочных деформаций*, а параметры соединений должны быть максимально *унифицированы* (быть стандартными). Допускается применение нестандартных сварных швов, размеры которых определяются конструктором. Они также могут обеспечить надежность сварной конструкции, но это требует проведения серьезных расчетов.

Исключительно важным требованием является сокращение объема расплавляемого, а особенно наплавленного металла. На этапе проектирования завышение объема может быть вызвано несовершенством используемых методик и норм расчета, стандартов и других руководящих материалов, регламентирующих параметры сварных соединений и швов; несоблюдением в проектировании принципа минимизации наплавленного металла в конструкции; недостаточным использованием прогрессивных конструктивных решений, требующих минимальных протяженности швов и объема наплавленного металла; ограниченностью применения в конструкциях материалов с улучшенными свойствами и прогрессивных видов профилей заготовок; недостаточным использованием сварочных процессов, обеспечивающих более высокие механические характеристики соединений.

При изготовлении сварных конструкций перерасходу наплавленного металла способствуют: отклонения от строгого соблюдения предписаний технической документации и инструкций в отношении точности и качества выполнения заготовительных, сборочных и сварочных

работ, несовершенство принятых в технологическом процессе методов и оборудования обработки, недостаточная точность заготовок, обуславливающая необходимость назначения излишних припусков и проведения ручных работ по подгонке элементов [47].

Выбор типа соединения зависит и от таких параметров, как *толщина свариваемых заготовок, выбранный способ сварки и возможности выполнения сварного соединения* (удобство работы для сварщика, возможность правильного выполнения шва, выполнение сварки в нижнем положении, возможность автоматизации процесса, обеспечения порядка сборки).

Особое внимание следует уделить **расположению сварных швов** в конструкции. Во-первых, не следует допускать *скопления швов и их пересечения*. Это способствует накоплению дефектов и затрудняет проведение контроля. Для устранения скопления и пересечения швов желательно изменить конструкцию изделия (отдельных его элементов), например, сделать технологические отверстия или уменьшить длину шва. Во-вторых, следует избегать выполнения сварных швов по *замкнутому контуру*, так как это отрицательно сказывается на напряжениях и деформациях конструкции. По этой же причине следует стремиться к *параллельному расположению сварных швов* в конструкции относительно центральных осей конструкции.

Выбор и применение наиболее прогрессивных, современных методик расчета и проектирования сварных конструкций, в наибольшей мере учитывающих их особенности и воздействие технологических факторов.

Следует отметить, что еще часто допускается неоправданно завышенная металлоемкость, увеличение массы изделий, размеров сварных конструкций, что обусловлено недостатками самих методов разработки. Поэтому при создании новых конструкций необходимо применять новые методики проектирования, основанные на комплексном учете разнообразных конструктивных и технологических факторов. В настоящее время в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях страны ведется большая и важная работа по пересмотру норм и правил расчета сварных конструкций. В итоге это позволит существенно сократить расход металла и объем сварочных работ.

Все более остро выдвигаются вопросы точности изготовления сварных конструкций, во многом определяющие работоспособность и надежность изделий в эксплуатации. Поэтому наряду с прочностными расчетами должны производиться и расчеты точности, которым не всегда уделяется должное внимание. Часто ограничиваются лишь

назначением требований к точности отдельных элементов и конструкции в целом и не проверяют, в какой мере при выбранных конструктивных формах и технологии достижима эта точность. Точность сварных конструкций в первую очередь зависит от возникающих напряжений.

В настоящее время существуют инженерные методы расчета деформаций сварных конструкций, позволяющие оценивать точность сварных элементов, а следовательно, еще при проектировании предусмотреть технологические меры для достижения заданной точности. Таким образом, при создании новых изделий необходимо исходить из принципов конструктивно-технологического проектирования с применением уточненных методик расчетов прочности и устойчивости элементов, а также расчетных методов оценки точности и технологичности сварных конструкций [47].

Специальные требования предъявляются к таким элементам конструкции, как косынки, накладки и ребра жесткости. Требования к этим элементам и правила их установки приведены в работах [50–52].

Расчленение конструкции на сборочные единицы. При изготовлении сварных конструкций, содержащих большое количество деталей, целесообразно на стадии разработки технологического процесса расчленить конструкцию на сборочные единицы. Такой прием имеет ряд преимуществ:

- повышает технологичность конструкции;
- позволяет организовать *параллельное изготовление сборочных единиц*, что расширяет фронт работ, привлечь к изготовлению большее количество рабочих и сократить сроки выпуска конструкции, что экономически выгодно, поскольку сокращает период оборота капитала;
- улучшает доступность мест выполнения сварки;
- улучшает доступность сварных соединений для выполнения операций контроля качества;
- упрощает технологию механической обработки за счет уменьшения габаритов и веса конструкции, а также лучшей доступности мест обработки;
- появляется возможность выполнить механическую обработку деталей до сборки и сварки, что сокращает отходы металла и позволяет осуществить взаимное позиционирование деталей без сборочных приспособлений;
- позволяет уменьшить уровень остаточных напряжений в результате меньшей жесткости сборочной единицы по сравнению с целой конструкцией;

- дает возможность уменьшения сварочных деформаций путем их компенсации при сборке и сварке конструкции в целом.

В некоторых случаях предпочтение отдают другой технологии, когда вначале производится сборка конструкции в целом из отдельных деталей и затем — сварка швов. Поскольку в этом случае конструкция обладает большей жесткостью, чем отдельные сборочные единицы, деформации конструкции после сварки оказываются меньше по величине, но именно по этой причине уровень остаточных напряжений в конструкции выше.

Существует третья технология. Изготовление ведут путем постепенного наращивания конструкции, за счет присоединения отдельных деталей и изготовленных ранее сварочных единиц.

При разбивке конструкции на сборочные единицы технолог руководствуется количеством, конфигурацией и толщиной деталей, составляющих сварную конструкцию, а также программой выпуска изделия, учитывает также особенности сборочно-сварочного и вспомогательного оборудования [2].

Процесс выбора варианта расчленения конструкции на сборочные единицы с трудом поддается формализации, и получение оптимального решения во многом зависит от опыта технолога. Вместе с тем можно сформулировать несколько общих рекомендаций, позволяющих получать приемлемый результат:

- необходимо стремиться к максимальному упрощению конструкций за счет увеличения количества сборочных единиц и уменьшения в них числа деталей;
- желательно, чтобы в сборочных единицах сварные швы располагались симметрично или возможно ближе к центру тяжести сечения. Это позволит уменьшить величину остаточных деформаций;
- необходимо стремиться к тому, чтобы обеспечить доступность сварных швов и расположение их в удобном для сварки нижнем положении при минимальном количестве перемещений узла. Лучше, когда в сборочной единице швы располагаются в одной или нескольких параллельных плоскостях;
- нежелательно, чтобы в одной сборочной единице требовалось использовать несколько различных способов сварки;
- конструкция сборочной единицы должна быть удобной для транспортировки и достаточно жесткой, чтобы исключить возможность ее деформирования при транспортировке с одного рабочего места к другому [2].

Ниже приведены **примеры технологичных и нетехнологичных конструктивных решений для сварных конструкций.**

При соединении набора жесткости из штампованных элементов с тонкостенными элементами из листа рекомендуется применение контактной точечной и шовной сварки как наиболее производительных способов получения соединений. Применение дуговой сварки в этих случаях не всегда возможно в связи со значительным короблением тонкостенных деталей. Наиболее рационально сваривать конструкции с прямыми швами большой протяженности. При этом упрощаются методы и средства механизации, резко снижается трудоемкость вспомогательных операций.

Наиболее технологичными являются узлы открытого типа, которые можно сваривать электродами простой геометрической формы (рис. 29) [47].

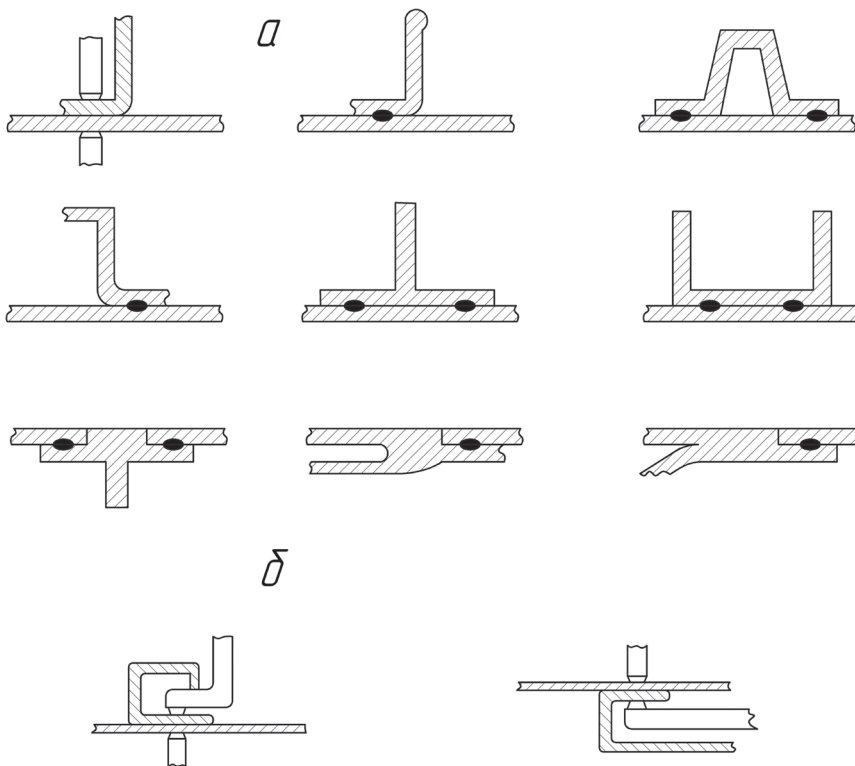


Рис. 29. Соединения, выполняемые контактной сваркой:

а — открытого типа; б — закрытого типа

Менее технологичны узлы закрытого типов, так как для их сварки требуются фигурные электроды и сложные приспособления, что связано со значительными затратами времени, труда и материалов. На рис. 30 показаны некоторые широко используемые сварные конструкции, выполняемые точечной и шовной сваркой. При изготовлении несущих конструкций нервюры 2 разделяют на две части и после приварки каждой части к обводу 1 сваривают внахлестку (рис. 30, а). Этим удастся компенсировать неточность изготовления и сварки нервюр и обеспечить гладкую поверхность несущих листов.

Технологичность конструкции зависит также от расположения сварных соединений. На рис. 30, б показаны варианты расположения элементов жесткости в полужакрытом сосуде. По схеме 1 соединение открыто и удобно для наблюдения во время сварки, по схеме 2 соединение менее доступно и его выполнение затруднено. При соединении тонкостенного элемента с толстостенным следует уменьшить толщину последнего в месте соединения. На рис. 30, в показана шовная сварка тонкостенного гофра 1 с массивным фланцем 2. При шовной сварке крупногабаритных изделий (рис. 30, г) для удобства подхода ролика со стандартной консолью к месту сварки обечайки 1 с днищем 2 в стенке днища предусматривается специальное технологическое отверстие, которое после шовной сварки закрывается заглушкой 3 и заваривается аргонодуговой сваркой. При точечной сварке перегородок в емкостях толщина обечаек 1 должна быть больше толщины полки перегородки 2 (рис. 30, д). В противном случае при разрушении соединения вырыв сварной точки происходит в обечайке и сопровождается нарушением общей герметичности емкости и вытеканием жидкости. На рис. 30, е по первому варианту с помощью серийной сварочной машины со стандартной длиной консолей возможно изготовление панелей, состоящих из обшивки 1 и элементов жесткости 2, вдвое больших по ширине L в сравнении со вторым вариантом. При этом сокращается общее число необходимых технологических разъемов в конструкции. В итоге уменьшаются деформации и общий объем сварочных работ. Во втором варианте необходимо применять специальную сварочную машину с удлиненными консолями [47].

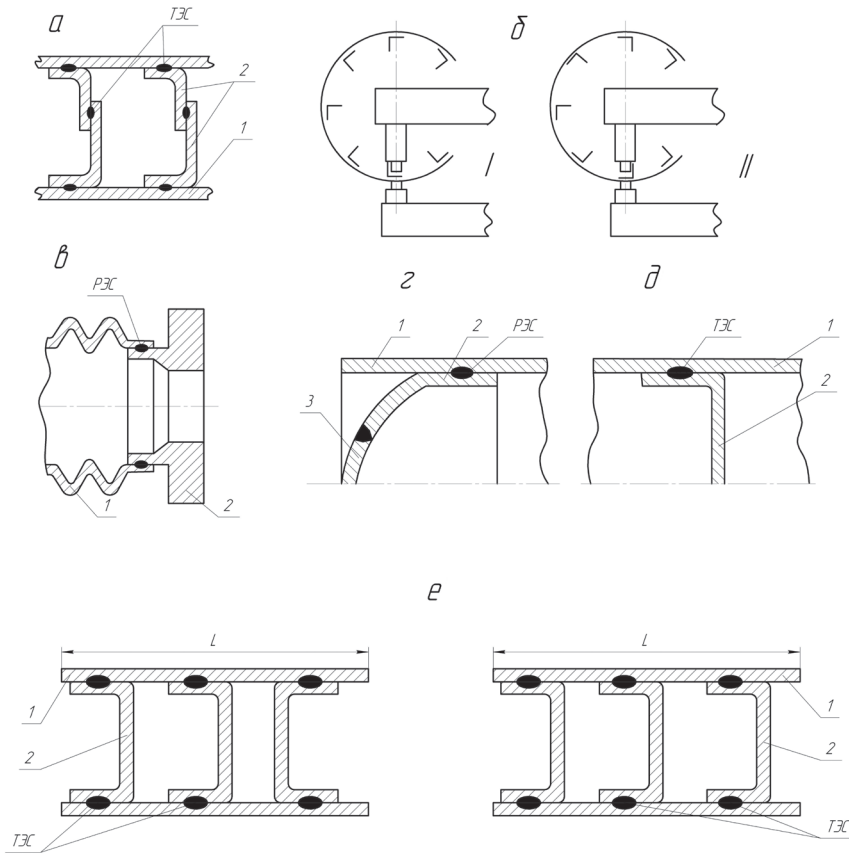


Рис. 30. Примеры конструкций, выполняемых контактной сваркой

В узлах, выполняемых сваркой плавлением, более работоспособны стыковые соединения (рис. 31, а). В соединениях, выполняемых внахлестку или с двойной отбортовкой (рис. 31, б), увеличивается концентрация напряжений, снижается прочность и затрудняется контроль. Расположение сварного шва напротив бурта или рядом с выступающей частью конструкции (рис. 31, в) затрудняет сварку и рентгеноконтроль, вызывает концентрацию напряжений. Кроме того, сварка деталей разной толщины сопровождается несимметричностью теплового поля и возникновением излишних напряжений, что может привести к образованию трещин. При соединении обечаек кольцевыми швами необходимо продольные швы располагать не по одной линии, а смещать их относительно друг друга (рис. 31, г). При этом удастся снизить концентрацию напряжений и повысить работоспособность изде-

лия. При выполнении стыковых соединений из алюминиевых сплавов необходимо предусмотреть возможность удаления окисных пленок из стыка в проплав, применяя сварочные подкладки с профилированными канавками или специальным оформлением конструкции соединения (рис. 31, д). Окисные включения, остающиеся в швах, служат причиной зарождения трещин и нарушения герметичности [47].

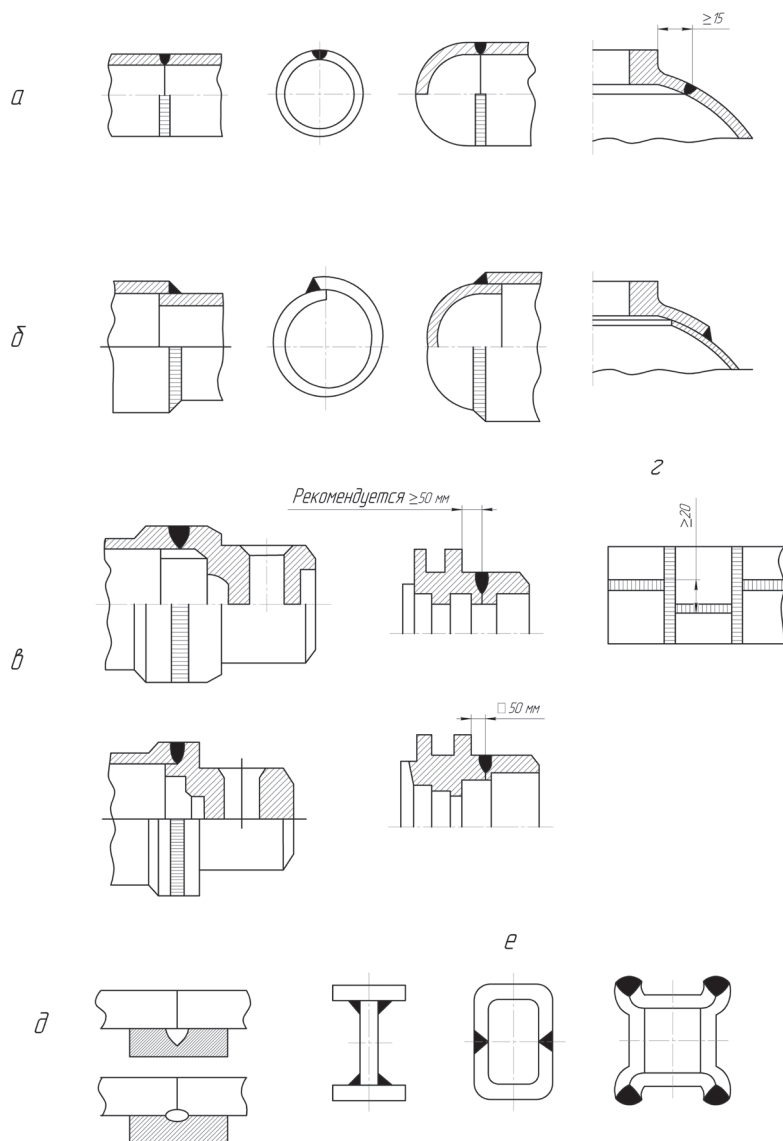


Рис. 31. Технологичные и нетехнологичные конструкции, выполняемые сваркой плавлением

Наименьшие деформации после сварки будут иметь узлы и конструкции, соединения в элементах которых располагаются так, что сумма статических моментов объема металла швов относительно центра тяжести сечения элемента равна нулю или близка к нему. Поэтому рекомендуется располагать швы в элементах симметрично (рис. 32, е). Для уменьшения остаточных напряжений следует избегать в изделии пересекающихся швов, а также их скопления [47].

Высокая точность сварных узлов достигается применением специальных приспособлений. Устройство приспособления, форма и конструкция соединений в свариваемом изделии должны обеспечивать возможность сборки элементов и сварки всех швов без извлечения узла из приспособления [42].

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите порядок проведения технологического контроля конструкторской документации.
2. Как технологичность конструкций зависит от масштаба выпуска и вида производства?

4. Разработка технологических процессов

4.1. Общие правила разработки технологических процессов

4.1.1. Рекомендации по разработке технологического процесса

При разработке технологических процессов инженер-технолог должен пользоваться нормативной документацией, справочной информацией и собственным опытом.

Общие рекомендации по разработке технологического процесса дает ГОСТ 14.301–83 [53].

- Технологический процесс (ТП) разрабатывается для изготовления или ремонта изделия или совершенствования действующих ТП.
- Разработка ТП проводится для изготовления или ремонта изделий, конструкции которых отработаны на технологичность.
- Разработанный ТП должен быть прогрессивным и обеспечивающим повышение производительности труда и качества изделий, сокращающий трудовые и материальные затраты на изготовление и уменьшающий вредное воздействие на человека и окружающую среду.
- Разрабатываемый ТП должен обеспечивать реализацию базовых показателей технологичности.
- Требованиям ТБ, изложенной в стандартах ССБТ должен соответствовать ТП.
- Целесообразность использования средств вычислительной техники решается исполнителем.
- Разработанный ТП должен быть оформлен на документах, предусмотренных ЕСТД.

4.1.2. Разработка схемы технологического процесса изготовления конструкции

Разработка технологического процесса начинается (рис. 32) с анализа исходных данных и детального изучения конструкции по рабочим чертежам и другой конструкторской документации.

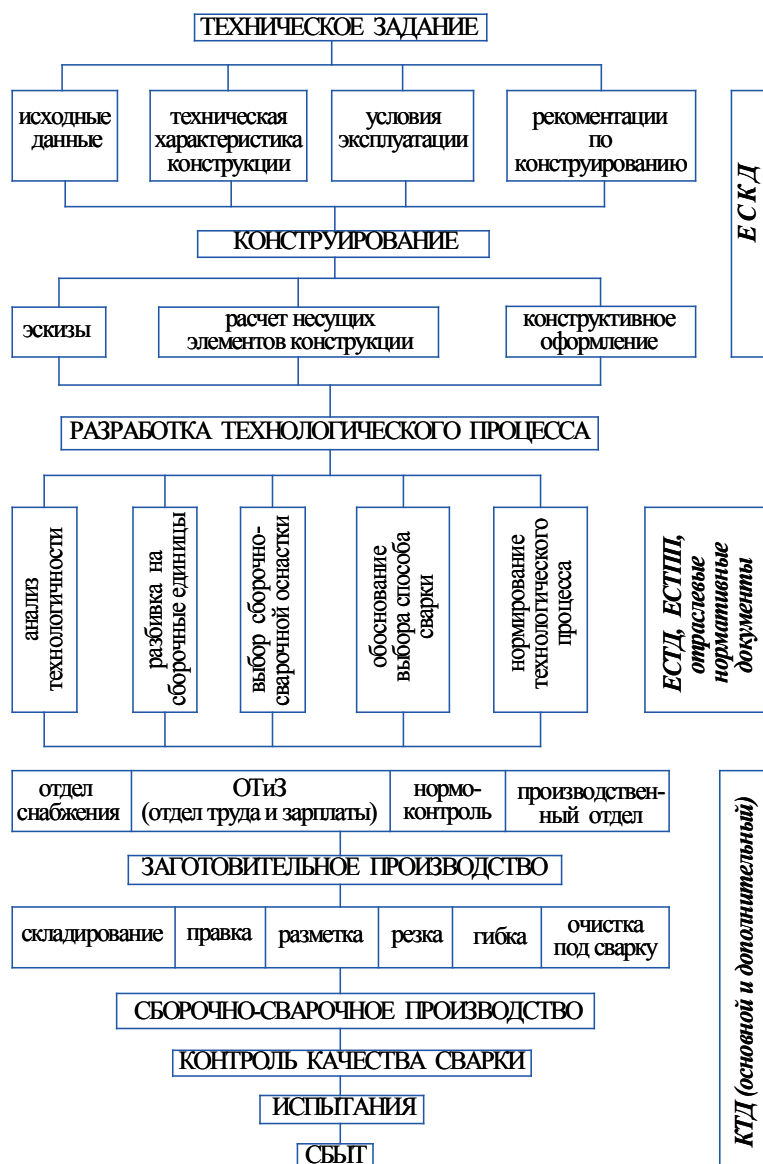


Рис. 32. Этапы создания сварных конструкций [2]

Целью этого этапа является получение информации об условиях эксплуатации конструкции, конструкционных материалах, их эксплуатационных и сварочно-технологических свойствах, о сварных соединениях и швах, их расчетных параметрах, протяженности и конфигурации, толщине свариваемых элементов и требованиях к качеству сварных соединений. Эта информация является исходной для проведения анализа технологичности конструкции и возможности ее изготовления на данном предприятии [2].

При разработке схемы необходимо выделить сборочные единицы, сгруппировать составляющие их детали, определить приемы выполнения технологических операций и основные параметры режимов сварки.

При разработке технологического процесса важной задачей является выбор экономически эффективных способов изготовления изделий. Выбранная технология производства должна обеспечивать высокое качество изготовления продукции, повышение производительности труда и наиболее низкую себестоимость изделий по сравнению с другими вариантами [2].

Решения технолога, принятые на рассмотренных этапах, позволяют приступить к разработке схемы технологического процесса изготовления конструкции, включающей:

- все операции производственного процесса, начиная от выбора исходной заготовки для каждой детали, составляющей сборочную единицу, в том числе операции заготовительного производства;
- сборочные,
- сварочные,
- операции контроля качества,
- операции исправления дефектов сварки.

Технологическое проектирование (разработка схемы технологического процесса) начинается с разработки маршрутной технологии, в которой определяются последовательность выполнения основных операций и закрепление их в цехах за конкретными группами оборудования. По маршрутной технологии за каждым цехом и участком закрепляются обрабатываемые виды продукции, указываются оборудование, инструменты, специальность рабочих, разряды работ и нормы времени.

Маршрутное описание технологического процесса — сокращенное описание всех технологических операций в МК в последовательно-

сти их выполнения без указания переходов и технологических режимов [17].

Маршрутное описание ТП в основном следует применять в документах на процессы, выполняемые в опытном и мелкосерийном типах производства, которые характеризуются частой сменой объектов изготовления, применением в основном средств технологического оснащения универсального назначения и рабочих высокой квалификации, что позволяет в такой ситуации пользоваться упрощенной документацией.

Не рекомендуется применять маршрутное описание для операций, связанных с опасностью выполняемых работ, с надежностью изготовления изделий и их эксплуатацией и т. п., например, операции литья,ковки, штамповки, сварки, пайки, термической обработки и др.

Маршрутное описание следует применять для операций обработки резанием, разъемной сборки, отдельных действий, связанных с техническим контролем. Дело в том, что выполнение таких операций не связано с жесткой регламентацией режимов (за исключением операций обработки резанием, но в этих случаях квалификация исполнителей позволяет за счет производственного опыта самостоятельно настраивать оборудование на оптимальный режим работы).

В индивидуальном и мелкосерийном производствах, а также на предприятиях со сравнительно простой технологией разработка технологических процессов обычно ограничивается маршрутной технологией. В массовом и крупносерийном производствах после маршрутного описания разрабатывается пооперационная технология, которая содержит подробное описание всех технологических операций [17].

Операционное описание технологического процесса — полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов [25].

Операционное описание технологических процессов характерно для документов, разрабатываемых и применяемых в серийном и массовом типах производства. Соответствующая форма организации таких производств определяет постоянное закрепление документов с подробным описанием выполняемых действий за каждым рабочим местом. В основном для описания операций в этих случаях применяют операционные карты (ОК).

При операционном описании всю операцию разбивают на основные и вспомогательные переходы. Запись переходов следует выпол-

нять по Классификатору технологических переходов машиностроения и приборостроения (КТП) 1 89 187 без указания их кодов.

В некоторых случаях разрабатывается маршрутно-операционное описание техпроцесса [25].

Маршрутно-операционное описание — сокращенное описание всех технологических операций в МК в последовательности их выполнения, с полным описанием отдельных операций в других технологических документах [16].

Маршрутно-операционное описание ТП характерно для предприятий опытного и мелкосерийного типов производства, где в документах встречаются и маршрутное, и операционное описания технологического процесса, например маршрутно-операционное описание технологического процесса сварки, в котором большая часть процесса, связанная с подготовкой комплектующих составных частей под сварку, описывается в МК, а операции, непосредственно связанные со сваркой и прихваткой, — в ОК. Аналогичные примеры можно привести и для других методов, как, например, процессы обработки резанием, включающим операции, выполняемые на автоматах и полуавтоматах, станках с ЧПУ, ГТТС и т. д.

В ускорении технологической подготовки производства исключительно важная роль принадлежит **типовым технологическим процессам**, под которыми понимаются обобщенные схемы изготовления деталей однородных классификационных групп.

Типовой ТП характерен единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками. Типовой ТП разрабатывается на одну деталь, являющуюся типовым представителем группы [16].

Групповой ТП характеризует общность оборудования и технологической оснастки при выполнении отдельных операций или при полном изготовлении группы однородных (разнородных) деталей [16].

Внедрение типовых технологических процессов позволяет сократить объем технологической документации, ускорить проектирование технологического процесса, сократить длительность производственного цикла, ускорить процесс технического нормирования, повысить техническое оснащение производства, снизить трудоемкость изготовления продукции и себестоимость.

Типизация технологических процессов создает необходимые предпосылки для агрегатирования и стандартизации технологического ос-

нашения, что значительно сокращает трудоемкость проектирования и изготовления оснастки, которая занимает около 80 % по длительности и 90 % общих затрат на технологическую подготовку производства.

При разработке технологического процесса необходимо руководствоваться нормативно-технической и другой документацией, в которой отражен накопленный опыт изготовления аналогичных конструкций. Примерами руководящих документов являются:

ГОСТ, ГОСТ Р — государственный, национальный стандарт;

ОСТ — отраслевой стандарт;

СТО — стандарт организации;

ПБ — правила безопасности (используются при проектировании, изготовлении, монтаже и ремонте оборудования опасных технических устройств);

РД — руководящий документ;

СНиП — строительные нормы и правила;

ВСН — ведомственные строительные нормы;

СП — свод правил [2].

Справочная информация содержится в технологических документах опытного производства, например, различные описания прогрессивных методов изготовления и ремонта, каталогах, паспортах, альбомах, справочниках, планировке участков, цехов, методических указаниях по управлению технологическим процессом.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие рекомендации относительно разработки технологического процесса Вы знаете?
2. Какими нормативными документами следует руководствоваться при разработке технологического процесса?

4.2. Основные этапы разработки технологических процессов

4.2.1 Основные этапы разработки ТП

Ниже приведен рекомендуемый порядок разработки технологического процесса. В действительности некоторые этапы могут отсутствовать или могут быть совмещены с последующими этапами работы [2].

1. Анализ исходных данных для разработки ТП.

На данном этапе решаются такие задачи, как предварительное ознакомление с конструкцией изделия (по конструкторской документации, справочникам), изучение требований к изготовлению и эксплуатации (температурный режим эксплуатации, необходимая прочность и особые свойства сварного соединения), составление перечня дополнительной справочной информации и ее выбор.

2. Выбор действующего типового (группового) ТП или поиск аналога.

3. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.

На данном этапе определяется вид исходной заготовки, методы ее изготовления, проводится технико-экономическое обоснование выбора.

Здесь могут быть использованы такие документы, как типовой технологический процесс, стандарты, ТУ, методики ТЭО.

При выборе исходной заготовки для изготовления деталей целесообразно отдавать предпочтение листовому, сортовому и профильному прокату как наиболее универсальному материалу. В некоторых случаях, особенно для толстостенных и массивных деталей сложного профиля, используют заготовки, полученные литьем или в виде поковок. При этом необходимо иметь в виду, что стальные отливки могут иметь повышенное содержание серы, в результате чего возрастает опасность появления горячих трещин при сварке плавлением. Это необходимо учитывать в дальнейшем при разработке технологии сварки. Размеры исходных заготовок следует выбирать так, чтобы при последующем раскрое заготовок коэффициент использования материала был не менее 85 %.

На этапе разработки схемы технологического процесса необходимо уделять внимание выбору технологии и оборудования для заготовительных операций, поскольку они оказывают существенное влияние на качество сварного соединения. Например, чрезмерная пластическая деформация металла может способствовать появлению трещин или деформационного старения при сварке; точность исходных заготовок определяет точность сварной конструкции, а нарушение точности ведет к появлению дефектов.

4. Выбор технологических баз.

Здесь осуществляется выбор поверхностей базирования или базовых составных частей изделия, а также оценка технологичности и надежности базирования.

5. Составление технологического маршрута обработки.

На этом этапе формируют исходные данные для выбора сборочно-сварочной оснастки и приспособлений, а также составляют техническое задание на проектирование нестандартного оборудования, технологической оснастки и приспособлений. При этом должны быть решены такие вопросы, как выбор схемы базирования деталей в приспособлении друг относительно друга и по отношению к сварочному инструменту, выбор вариантов закрепления деталей, обоснование количества поворотов и кантовок изделия с целью удобства сварки и др.

Разработка и изготовление нестандартного оборудования позволяют учесть особенности изготовления конкретного изделия и обеспечить существенное повышение производительности и качества, но это нередко требует больших затрат, что, как правило, экономически оправдано при большом объеме выпуска изделий. Необходимость использования нестандартного оборудования всегда требует технического и экономического обоснования. В некоторых случаях применение нестандартного оборудования может быть оправданным, когда к точности и качеству конструкции предъявляют особо высокие требования.

В мелкосерийном производстве стремятся использовать типовое, стандартизованное или выпускаемое серийно вспомогательное оборудование, универсальные сборочные приспособления и др.

Иногда возможно рационально использовать типовое вспомогательное оборудование совместно со специализированным, либо использовать только типовое оборудование с небольшими конструктивными изменениями.

На этапе разработки схемы технологического процесса также приходится решать вопросы перемещения деталей и сборочных единиц, их позиционирования относительно сварочного оборудования. С этой целью должен быть сделан обоснованный выбор вращателей, позиционеров, кантователей, сварочных колонн и тележек.

6. Разработка технологических операций.

Проводится разработка или уточнение переходов; разработка или уточнение средств технологического оснащения, в т. ч. средств контроля и испытаний; выбор средств механизации; расчет режимов обработки.

После завершения разработки схемы технологического процесса изготовления приступают к детальной проработке самих технологических процессов отдельных операций. При этом основное внимание

должно быть уделено технологии сварки, поскольку именно она определяет требования к другим технологическим процессам. На этом этапе должны быть определены конкретные значения технологических параметров и требования к качеству выполнения каждого процесса, включая заготовительные и сборочные, поскольку они во многом определяют возможность обеспечения качества сварных соединений. В качестве основы используют типовые технологические процессы, технологические инструкции, отраслевые стандарты, руководящие документы. В этих и других нормативных документах сконцентрирован многолетний опыт производства сварных конструкций, что позволяет избежать повторения ошибок и обеспечить выполнение технически обоснованных требований к качеству.

7. Определение требований ТБ.

На данном этапе следует пользоваться стандартами системы ССБТ при формулировке требований ТБ в ИОТ.

8. Расчет экономической эффективности.

9. Оформление технологической документации.

Результаты, полученные на предыдущих этапах, позволяют технологу приступить к оформлению технологических документов на процессы сборки, сварки и контроля качества сварных соединений, руководствуясь ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП. В технологические документы вносятся все операции и переходы, необходимые для изготовления сварной конструкции, приемы выполнения этих операций и оборудование с конкретными параметрами режимов выполнения операций.

В международной практике используются карты технологического процесса сварки (WPS — Welding Procedure Specification), которые являются основным технологическим документом для выполнения сварочных работ.

Разработка технологического процесса изготовления сварной конструкции завершается разработкой комплекта технологической документации, где должны быть изложены все требования к выполнению сварного соединения, включая подготовку кромок, сборку, последовательность сварки, режимы сварки, подогрев кромок, термическую обработку, объем и методы контроля, требования к качеству.

Технолог руководит всей работой по подготовке производства, начиная от проработки конструкции на технологичность и заканчивая сдачей готовой продукции.

10. Нормирование технологического процесса.

Разработанная технологическая документация после согласований и утверждения принятых технических решений передается в службу нормирования технологического процесса, где определяются наименование и количество необходимых для производства основных и вспомогательных материалов, расходы, связанные с потреблением энергоресурсов и др. Также определяется время выполнения технологических операций и трудоемкость изготовления всего изделия. Эти показатели являются основанием для экономических расчетов, определяющих экономическую целесообразность производства сварных конструкций в условиях конкретного предприятия по разработанной технологии.

После принятия решений о возможности и целесообразности производства рассматриваемой сварной конструкции и проверки технологической документации технологический процесс передают в производственные структуры предприятия.

Отдел снабжения и комплектации получает необходимую информацию из технологической документации об исходных конструкционных и вспомогательных материалах — сортаменту и требуемых количествах на единицу продукции и годовую программу выпуска для создания на предприятии запаса этих материалов, обеспечивающего бесперебойное производство.

Отдел труда и заработной платы устанавливает необходимое количество основных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников, их заработную плату и формирует штатное расписание и фонд заработной платы.

Производственный отдел в соответствии с технологическим процессом приступает к подготовке производства, которая включает организацию рабочих мест, их комплектацию необходимым оборудованием, транспортными средствами и квалифицированными рабочими. Цеховые технологические службы изучают технологический процесс и отработывают технологические режимы выполнения сборочно-сварочных операций на устанавливаемом оборудовании, обучают рабочих приемам выполнения требуемых операций и участвуют в аттестационных мероприятиях по производственной аттестации технологии и специалистов.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные этапы разработки технологического процесса.
2. На каком этапе разработки технологического процесса происходит расчет режимов сварки?

4.3. Сборочно-сварочные операции в производстве сварных конструкций

4.3.1. Операции сборочно-сварочного передела

Основными наиболее трудоемкими и ответственными операциями при изготовлении сварных конструкций являются операции сборочно-сварочного передела.

В сборочно-сварочном переделе выполняют более 40 различных технологических операций, а при изготовлении отдельных узлов — до 15 операций. Все операции сборочно-сварочного передела можно разделить на несколько групп:

- сборка;
- сварка;
- правка;
- контроль;
- термическая обработка;
- механическая обработка;
- отделочные операции (зачистка, грунтовка, окраска, маркировка).

К сборочным операциям относятся: сборка на плитах и стеллажах, сборка на стендах, сборка на плитах универсально-сборочных приспособлений (УСП), совмещенная сборка в кантователях, разметка при сборке, прихватка в процессе сборки.

В группу сварочных операций входят: ручная, механизированная и автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая, контактная сварка и другие способы сварки. К вспомогательным операциям этой группы относятся следующие слесарные работы: зачистка от шлака и брызг, шлифование, подрезка компенсирующих элементов при сборке, а также кантовка в процессе сборки и сварки, установка изделий на кантователи и позиционеры при сварке, предварительный и сопутствующий подогрев.

Правка после сварки осуществляется на прессах, на плите или стеллаже с местным нагревом, правка — калибровка вальцовкой сваренных цилиндрических узлов.

Группа операций механической обработки включает разметку под обработку резанием сварных узлов, сверление и рассверловку отверстий, фрезерование и контрольную сборку.

Контрольными операциями являются визуально-измерительный контроль (ВИК), проверка размеров на контрольных плитах, а также проведение контроля различными физическими методами.

К отделочным операциям относятся: очистка от ржавчины, очистка в дробеструйных камерах, обезжиривание, шпатлевка, грунтовка, окраска, сушка после окраски. Заключительной операцией является маркировка [54].

4.3.2. Организация сборочно-сварочного передела

Сборочно-сварочные отделения и цехи машиностроительных заводов, как правило, созданы по предметному и технологическому принципам.

При организации цеха по предметному принципу предусматривают участки для изготовления сварных узлов определенной номенклатуры, например, участок сварки поворотных рам экскаватора, участок вышек и оснований буровых установок и т. д. Этот принцип применяется в серийном производстве.

Цехи, организованные по технологическому принципу, создают в единичном производстве. В таких цехах предусматривают участки по форме сварных конструкций, например для цилиндрических, балочных, рамных конструкций, а также по видам технологических операций, например для электрошлаковой сварки, наплавки, контроля. Многие технологические операции сборочно-сварочного передела целесообразно выполнять на специально организованных самостоятельных участках. К таким операциям относятся окраска, термическая обработка, контрольная сборка, некоторые виды контроля [54].

4.3.3. Сущность сборочных операций

Для изготовления сварных конструкций высокого качества требуется правильная сборка деталей свариваемого изделия. Трудоемкость сборки составляет примерно до 40 % общей от трудоемкости сборочно-сварочных операций, при этом от качества сборки деталей под сварку зависит качество изготовления сварных конструкций в целом. Операция сборки имеет целью обеспечение правильного взаимного расположения и закрепление деталей собираемого изделия. Собранный узел должен обладать жесткостью и прочностью, необходимыми как при извлечении его из сборочного приспособления и транспортировке к месту сварки, так и для уменьшения временных деформаций при сварке [54, 55].

Процесс сборки сварного изделия состоит из ряда последовательных операций. Прежде всего требуется подать детали, из которых собирается изделие или сварной узел, к месту сварки (или сборки, если они осуществляются на разных рабочих местах). Затем установить эти детали в сборочном устройстве в определенном положении. В этом положении детали должны быть закреплены, после чего их сваривают. Подача деталей к месту сборки и установка их в требуемом положении осуществляются универсальным или специальным подъемно-транспортным оборудованием. Положение деталей во время сборки определяется установочными элементами приспособления или другими, смежными деталями [54]. Детали закрепляют зажимными элементами приспособления. Если приспособление используется только для сборки («сборочное»), то операция сборки, как правило, завершается постановкой прихваток. Если же после закрепления конструкции в приспособлении она отправляется на сварку («сборочно-сварочное приспособление»), то прихватки не требуются.

При выполнении сборки конструкции необходимо учитывать следующие требования постановки прихваток:

- прихватки размещаются в местах расположения будущих сварных швов. Прихватки располагают с лицевой стороны шва, если нет доступа с обратной, но они должны быть удалены либо переплавлены во время сварки; если прихватки проставляют с обратной стороны шва, то они должны быть удалены перед последующей заваркой корня шва. Разрешается наложение прихваток вне мест расположения швов для временного закрепления деталей. Эти прихватки после выполнения своего назначения удаляют, а места их размещения зачищают;
- сечение прихваток не должно превышать $2/3$ от сечения будущего сварного шва, чтобы при последующей сварке прихватки были полностью перекрыты;
- длина каждой прихватки должна быть равна 4–5 толщинам соединяемых элементов, но не менее 30 и не более 100 мм.
- расстояние между прихватками должно составлять 30–50 толщин соединяемых элементов, но не более 500 мм;
- обязательно закреплять прихватками соединяемые детали в начале и в конце стыка;
- химический состав и механические свойства металла шва прихваток должны соответствовать таковым для металла основно-

го шва. Однако способ постановки прихваток может не совпадать с основным способом сварки;

- требования к качеству выполнения прихваток аналогичны требованиям к качеству выполнения сварных швов изделия, то есть прихватки выполняют на предварительно зачищенном до металлического блеска металле;
- при сборке труб прихватки следует располагать симметрично;
- при сборке решетчатых конструкций каждый элемент должен быть закреплен прихватками не менее чем в двух точках;
- в решетчатых конструкциях каждый элемент прихватывают с двух сторон швами длиной 40—50 мм и с катетом не более 5 мм;
- прихватки должны обеспечивать достаточную прочность и жесткость собранного узла в период его транспортировки к месту сварки [2].

Прихватки препятствуют перемещению деталей, что может привести к трещинам в прихватках при охлаждении. Чем больше толщина свариваемых листов, тем больше растягивающая усадочная сила в прихватках и больше возможность образования трещин. Поэтому сборку на сварочных прихватках применяют для конструкций из листов небольшой толщины (до 6—8 мм). При значительной толщине листов необходимо обеспечить податливость деталей, например, осуществлять сборку на эластичные крепления.

Эластичными креплениями называют такие, которые при сварке допускают перемещение деталей или конструкций относительно друг друга. Например, при сварке стыка листа он может перемещаться относительно соседнего листа, если паз собран с помощью эластичных креплений. К жестким креплениям относят прихватки, к эластичным — сборочные гребенки (рис. 33), талрепы, прижимы «рыбий хвост», болт-угольники и др.

На рис. 33 гребенки 1 при сборке необходимо устанавливать параллельно друг другу и под углом 45° к оси шва, с приваркой их к обоим стыкующим листам 2 с одной стороны.

Перед сваркой соединения с обратной стороны гребенки необходимо удалять. Толщина гребенки должна примерно равняться толщине свариваемых листов, но быть не более 10 мм, длина — не более 350 мм, высота — не менее 80 мм. На рис. 33 изображены разного типа гребенки: для сборки прямолинейных II и криволинейных III стыковых соединений и для сборки тавровых соединений IV. Рассто-

яние между гребенками делают 300–350 мм. Крепежные приспособления (талрепы и стяжки) устанавливают под углом к поверхности или кромкам стыкуемых элементов конструкции параллельно друг к другу. При приварке креплений (обухи, скобы и др.) не должно быть подрезов основного металла.

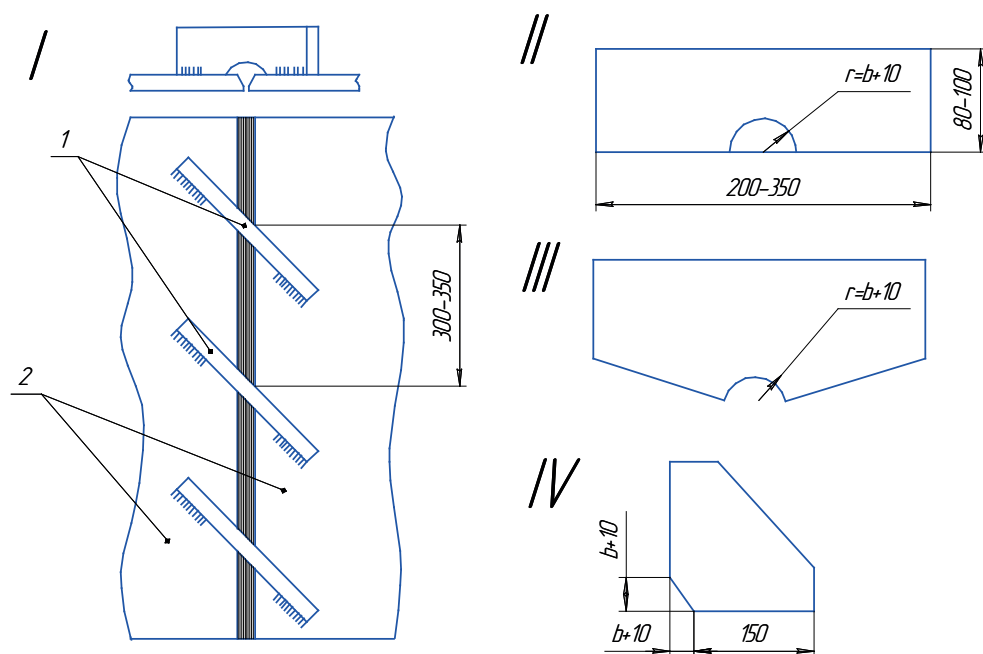


Рис. 33. Эластичное крепление деталей при сварке с помощью гребенок:

I — расположение гребенок, II — гребенка для сборки прямолинейных стыковых соединений, III — гребенка для сборки криволинейных стыковых соединений, IV — гребенка для сборки тавровых соединений;
b — ширина шва

Удаление приваренных гребенок и других временных креплений производят газовой или воздушно-дуговой строжкой или путем разрушения прихваток изгибом их на шов с последующей зачисткой.

Порядок и последовательность сборки (сборки и сварки) задается инженером-технологом по сварке в виде чертежей и технологических карт. Перед началом сборки сборщику необходимо визуально проверить соответствие деталей требованиям чертежа и технологического процесса.

4.3.4. Технологические схемы сборки и сварки

Сборочно-сварочные операции могут выполняться в различной последовательности, которая зависит от конфигурации деталей, узла и возможности выполнения сварки с учетом ее технологических особенностей, возможности снижения величины остаточных напряжений и деформаций ряда других факторов.

Возможны следующие схемы технологического процесса сборки и сварки.

1. Полная сборка узла или конструкции с последующей их сваркой.
2. Сборка и сварка выполняются попеременно, например, при изготовлении узлов методом наращивания отдельных элементов.
3. Общей сборке и сварке конструкции предшествует сборка и сварка отдельных подузлов и узлов.

По первой схеме изготавливают простые узлы, состоящие из 2–3 деталей, и конструкции средней сложности. Первоначально изделие полностью собирается на прихватках или в приспособлении, а затем передается на операции сварки.

Попеременная сборка и сварка конструкции последовательным наращиванием отдельных элементов производится в тех случаях, когда сварка полностью собранной конструкции невозможна, а другими способами сборки и сварки нельзя обеспечить требуемую точность размеров конструкции из-за недостаточной ее жесткости. В этом случае точность изготовления конструкции обычно достигается промежуточными операциями правки. Сборка и сварка по этой схеме менее производительны, т. к. при этом ограничивается фронт работ и увеличиваются затраты труда на подгоночные работы. Эту схему применяют при изготовлении крупногабаритных сварных конструкций.

Применение узловой сборки иногда определяется ограниченной грузоподъемностью транспортных средств на участке или на монтажной площадке либо тем, что кантование изделий затруднительно. В ряде случаев применение этой схемы вызвано большими габаритами полностью собранного изделия и невозможностью его перевозки железнодорожным и автомобильным транспортом. При этой схеме сборки и сварки общая деформация конструкции меньше, т. к. жесткость узлов всегда больше жесткости отдельных деталей, а правку и термообработку отдельных узлов выполнить проще, чем всей конструкции. Это улучшает качество изделия и снижает трудоемкость правки.

По третьей схеме можно производить параллельную сборку и сварку отдельных узлов, что сокращает производственный цикл изготовления конструкции. При узловой сборке представляются возможными типизация и стандартизация узлов, возможность централизованного их изготовления. По этой схеме обычно изготавливают сложные пространственные конструкции больших габаритов [54].

4.3.5. Обеспечение точности сварных узлов

Последовательность сборки-сварки во многих случаях определяет точность сварного узла или изделия. Необходимая точность достигается следующими вариантами сборки [55].

По первому варианту сначала собирают каркас конструкции, который благодаря своей большей жесткости обеспечивает сохранение заданных основных размеров при его сварке и последующей приварке к нему деталей. Соединение собирают таким образом, чтобы уложиться в заданные допуски. В размерах деталей предварительным расчетом или по опытным данным учитывают возможные деформации. Однако следует иметь в виду, что при данном варианте в конструкции могут возникать значительные внутренние напряжения. Данный вариант обычно применяется при изготовлении жестких конструкций из стали большой толщины (20–400 мм).

По второму варианту для получения точных базовых размеров применяется полужесткая сборка. Она выполняется для части стыков собираемого узла либо прихватками небольшой длины и сечения с расчетом на их разрушение под действием усадочных сил при сварке, либо с закреплением при помощи зажимных устройств. Сварка производится в такой последовательности, чтобы соединение, определяющее базовый размер, сваривалось последним. При этом все неточности, вызванные предыдущими операциями сварки, компенсируются в последнем соединении, которое обычно делается «внахлестку». Этот вариант обычно применяется при изготовлении рам с концевыми узлами, расположение которых должно быть точным.

В некоторых случаях сборка производится с предварительной деформацией, равной по величине, но противоположной по знаку той, которая возникает при сварке.

Все собранные конструкции подвергаются техническому контролю либо проверке производственным мастером, имеющим допуск к соответствующей работе [55–56].

4.3.6. Механическое оборудование сборочно-сварочного передела

Поскольку трудоемкость сборочных работ занимает значительную часть общей трудоемкости изготовления сварного изделия, а увеличение производительности сварочных работ, как правило, ограничено и определено применяемым способом сварки, то правильный выбор оборудования для сборки и использование механизации сборочных работ с целью повышения эффективности сборочно-сварочных работ в целом является актуальной задачей [54].

Основным назначением механического оборудования сборочно-сварочного передела является фиксация и закрепление собираемых деталей сварных конструкций. При этом оборудование должно обеспечивать точное проектное положение деталей, удобство и малую трудоемкость сборочных работ. Оборудование принято разделять на сборочное и сборочно-сварочное. На сборочном оборудовании сборка заканчивается прихваткой. На сборочно-сварочном оборудовании, кроме сборки, производится полная или частичная сварка изделия, а иногда и выдержка после сварки с целью уменьшения сварочных деформаций. При этом сварка может производиться как после предварительной прихватки, так и без нее. Выбор оборудования (сборочное или сборочно-сварочное) и его конструкции определяются технологическим процессом и зависят от формы, размеров, требуемой точности изделия. При этом должны учитываться тип производства, программа выпуска, наличие площадей, вид сварки и другие факторы [56].

Сборочно-сварочное оборудование применяется тогда, когда сборку и сварку нецелесообразно производить на разных местах. Качество изделия выше, когда сварка производится непосредственно после сборки и изделие не подвергается перестановке и промежуточной транспортировке. Так, например, некоторые изделия, особенно из тонколистовых материалов, не допускают прихватки; во многих случаях перестановка изделия со сборочного на сварочное место невозможна (карты листов) либо нецелесообразна из-за удлинения цикла изготовления. В то же время сборочно-сварочные приспособления обычно значительно сложнее и дороже сборочных. Поэтому в каждом отдельном случае выбор типа приспособления следует производить с учетом всех технологических и экономических факторов [55].

По типу производства сборочное оборудование делится на универсальное, специализированное и специальное.

Универсальное оборудование предназначено для широкой номенклатуры изделий, специализированное — для группы однотипных изделий, а специальное — для одного-двух конкретных изделий.

Выбор типа оборудования определяется программой выпуска и конструкцией изделия. Специальное оборудование обеспечивает большую производительность и лучшее качество, но оно экономически целесообразно только при массовом и крупносерийном производстве. Специализированное оборудование применяют в серийном и крупносерийном производстве. При единичном и мелкосерийном производстве используется универсальное оборудование, которое после завершения выпуска одного изделия может быть использовано для изготовления другого.

Сборочные устройства (сборочное оборудование) состоят из основания, установочных и зажимных элементов. Установочные элементы обеспечивают правильную установку деталей, зажимные — прижатие и закрепление деталей. Установочные и зажимные элементы размещают на основании сборочного устройства, на котором также, как правило, располагаются приводы, площадки обслуживания, элементы управления и другие элементы сборочного устройства.

По конструктивному оформлению сборочное оборудование принято разделять на следующие группы:

- сборочные кондукторы;
- сборочные стенды и установки;
- универсально-разборные приспособления;
- переносные сборочные приспособления [56].

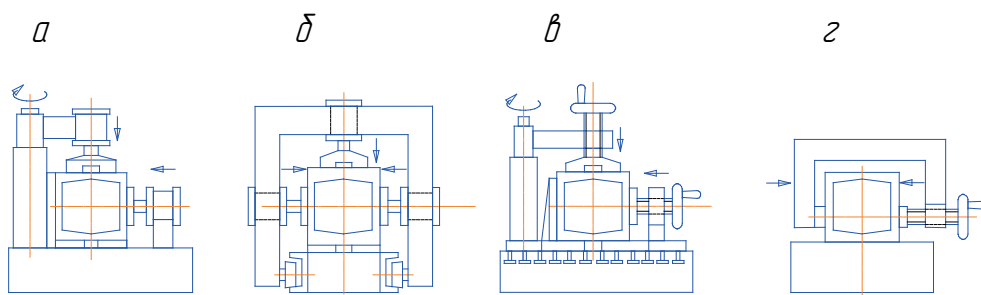


Рис. 34. Виды сборочного оборудования:

- а) — кондуктор (механизированный); б) — стенд с передвижным порталом (механизированный); в) — универсально-сборное приспособление (ручное); г) — струбцина (ручная)

На рис. 34 показаны различные виды оборудования для сборки одного и того же изделия — стойки из двух швеллеров [54].

Сборочные кондукторы (рис. 34, а) — устройства, состоящие из плоской или пространственной рамы или плиты, на которой размещаются установочные и зажимные элементы. Поскольку в кондукторах обычно производится сборка и сварка, основание кондуктора должно быть жестким и прочным для восприятия усилий, возникающих при сварке. Кондукторы могут быть поворотные и неповоротные.

Сборочные стенды и установки (рис. 34, б) обычно предназначены для сборки крупных изделий и, как правило, имеют неподвижное основание с размещенным на нем установочными и зажимными элементами. Они оборудуются специальными передвижными и переносными устройствами (порталами, катучими балками и т.п.). Для краткости сборочные кондукторы, стенды и установки часто называют сборочными устройствами.

Сборно-разборные приспособления состояются из отдельных стандартизованных элементов, многократно используемых для сборки различных изделий широкой номенклатуры в опытном, единичном и мелкосерийном производствах. Точное размещение и закрепление элементов осуществляется по Т-образным пазам, отверстиям или шпоночным пазам в зависимости от выбранной системы крепления конкретного производителя УСП. Для каждой собираемой и свариваемой конструкции разрабатывается схема настройки и сборки приспособления. После окончания сборки и сварки требуемого количества изделий приспособление разбирается, а элементы используются для сборки других изделий.

Переносные сборочные приспособления — обычно универсальные приспособления, применяемые для сборки разнообразных изделий в различных типах производства (стяжки, струбцины, распорки, домкраты и др.). В основном их используют в единичном производстве, на монтаже и в строительстве. В этом случае обычно их применяют самостоятельно, без какого-либо другого сборочного оборудования. В серийном производстве переносные приспособления в основном применяют при сборке крупных изделий совместно с передвижным и стационарным оборудованием и они являются дополнением к сборочным стендам и кондукторам [55].

Перечень необходимого сборочного, сборочно-сварочного оборудования, приспособлений и оснастки определяется в процессе проек-

тирования технологии изготовления сварной конструкции. При этом решается вопрос, какие оборудование и приспособления могут использоваться в готовом виде, а какие необходимо дополнительно разработать и изготовить. При необходимости проектирования нового сборочного оборудования и оснастки его общую схему и техническое задание на проектирование разрабатывает инженер-технолог по сварке. Целесообразность создания нового сборочного оборудования и оснастки должна быть технически и экономически обоснована [54–56].

Таким образом, разработка технологии сварки — это сложный процесс, обеспечивающий выполнение поставленных технических требований на изготовление данного изделия при минимальных затратах рабочей силы, времени и вспомогательных материалов, с максимальным использованием механизации и автоматизации сварочных работ.

Список библиографических ссылок

1. Виноградов В. С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М. : Машиностроение, 1981. 224 с.

2. Лукьянов В. Ф., Харченко В. Я., Людмирский Ю. Г. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. Ростов н/Дону : Феникс, 2009. 315 с.

3. ГОСТ 2.103–2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115351>.

4. Фомин В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов. М. : Ось-89, 2002. 384 с.

5. Российская Федерация. Федеральный закон № 162 «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 (с изменениями на 03.07.2016). URL: <http://docs.cntd.ru/document/zakon-rf-o-standartizacii>.

6. Российская Федерация. Федеральный закон № 184 «О техническом регулировании» от 27.12.2002 (с изменениями на 03.07.2016). URL: http://docs.cntd.ru/document/zakon_o_tekhnicheskome_regulirovanii.

7. ГОСТ 1.1–2002. Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030741>.

8. Руководство 2 ИСО/МЭК:2004. Стандартизация и смежные виды деятельности. Общий словарь. URL: http://www.iso.org/iso/iec_guide_2_2004.pdf.

9. Лукьянов В. Ф., Жабин А. Н., Прилуцкий А. И. Нормативная база технического регулирования в сварочном производстве. М. : Изд-во ООО «БПМ», 2008. 302 с.

10. ГОСТ 2.001–2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200106859>.

11. ГОСТ 1.5–2001. Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению (с Изменением № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029959>.

12. ГОСТ 3.1001–2011. Единая система технологической документации. Общие положения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086244>.

13. ГОСТ 3.1102–2011. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086388>

14. ГОСТ 3.1130–93. Единая система технологической документации. Общие требования к формам и бланкам. М. : Стандартинформ.

15. ГОСТ 3.1105–2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086391>.

16. ГОСТ 3. 1109–82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий (с изменением № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012103>.

17. ГОСТ 3.1118–82. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-3-1118-82-estd>.

18. ГОСТ 3. 1122–84. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012121>.

19. ГОСТ 3. 1123–84 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов, применяемых при нормировании расхода материалов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012122>.

20. ГОСТ 3.1407–86 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012123>.

21. ГОСТ 3.1129–93. Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в техноло-

гических документах на технологические процессы и операции. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012130>.

22. ГОСТ 3.1705—81. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012220>.

23. ГОСТ 3.1703—79. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-3-1703-79-estd>.

24. ГОСТ 3.1120—83. Единая система технологической документации. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004977>.

25. ГОСТ 3.1119—83. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012110>.

26. ГОСТ 3.1121—84. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы. М. : Стандартинформ.

27. ГОСТ 3.1116—2011. Единая система технологической документации. Нормоконтроль. М. : Стандартинформ.

28. Ростехнадзор: официальный сайт. URL: <http://www.gosnadzor.ru/>.

29. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах», утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «14» марта 2014 г. № 102.

30. ПБ—03—273—99. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.

31. РД 03—495—02 «Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства».

32. Национальное агентство контроля сварки: официальный сайт. URL: <http://www.naks.ru/>.

33. Аттестационные центры Национального агентства контроля сварки. URL: <http://naks.ru/attnaks/>.

34. Перечень групп технических устройств опасных производственных объектов. Согласовано письмом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08.04.08 № КП-25/369. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116661>.

35. РД 03–614–03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. Утв. постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 102.

36. Рекомендации по применению РД 03–614–03 (Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов).

37. РД 03–613–03. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. Утв. постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 101 и зарегистрированного в Минюсте РФ 20 июня 2003 г., регистрационный № 4810.

38. Рекомендации по применению РД 03–613–03 (Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов).

39. РД 36–62–00. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования. Принят 12 июля 2000. Опубликован Промышленная безопасность при эксплуатации подъемных сооружений: Сборник документов. Серия 10. Вып. 9. М. : ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2001.

40. РД 03–615–03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. Утв. постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 19 июня 2003 г. № 103 и зарегистрированными в Минюсте РФ 20 июня 2003 г., регистрационный № 103.

41. Рекомендации по применению РД 03–615–03 (Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов).

42. Технологические основы обеспечения качества машин / под общ. ред. Х. С. Колесникова. М. : Машиностроение. 1990. 254 с.
43. Руденко П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении : уч. пособие. Киев : Вища школа, 1985. 255 с.
44. ГОСТ 14.004–83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. М. : Стандартиформ, 1983.
45. ГОСТ 14.201–83. Обеспечение технологичности конструкции изделия. Общие требования. М. : Стандартиформ, 1983.
46. ГОСТ 14.205–83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения. М. : Стандартиформ, 1983.
47. Технологичность конструкции изделия: справочник / под общ. ред. Ю. Д. Амерова. М.: Машиностроение. 1990. 768 с.
48. ГОСТ 27782–88. Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определения. М.: Стандартиформ.
49. ГОСТ 14.206–73. Технологический контроль конструкторской документации. М.: Стандартиформ.
50. Пономаренко Д. В., Федоров С. В. Расчет и проектирование сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта. Свердловск : Изд-во УПИ, 1990. 54 с.
51. Руденко Н. Ф., Александров М. П., Лысаков А. Г. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. М. : Машиностроение, 1988.
52. Николаев Г. А., Винокуров В. А. Расчет и проектирование сварных конструкций : учебник для вузов. М. : Высшая школа, 1971.
53. ГОСТ 14.301–83. ЕСТПП. Общие правила разработки технологических процессов. М. : Стандартиформ.
54. Рыжков Н. И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении. Организация и технология. М. : Машиностроение, 1980. 375 с.
55. Окерблом Н. О., Демянцевич В. П., Байкова И. П. Проектирование технологии изготовления сварных конструкций. Л.: Судпромгиз, 1963. 599 с.
56. Сварка. Резка. Контроль: справочник : в 2 т. / Н. П. Алешин [и др.] ; под общей ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. М. : Машиностроение, 2004. Т. 2. 480 с.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА	7
1.1. Современная система нормативных документов	7
1.2. Структура и область распространения требований ЕСКД.....	23
1.3. Общие положения ЕСТД и виды технологических документов	26
1.4. Нормативные документы Ростехнадзора	72
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ ПРОИЗВОДСТВА	87
2.1. Организация технологических служб сварочного производства	87
2.2. Основные принципы и организация технологической подготовки	90
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОТРАБОТКА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	102
3.1. Технологичность конструкции и методы ее отработки	102
3.2. Общие правила обеспечения и показатели технологичности конструкции.....	111
3.3. Технологический контроль конструкторской документации.....	122
4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	140
4.1. Общие правила разработки технологических процессов	140

4.2. Основные этапы разработки технологических процессов	145
4.3. Сборочно-сварочные операции в производстве сварных конструкций	150
СПИСОК БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ССЫЛОК	161

Учебное издание

Вотинова Екатерина Борисовна
Шалимов Михаил Петрович
Фивейский Андрей Михайлович

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Редактор О. С. Смирнова
Верстка Е. В. Ровнушкиной

Подписано в печать 16.10.2017. Формат 70×100 1/16.
Бумага писчая. Цифровая печать. Усл. печ. л. 13,22.
Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 50 экз. Заказ 265.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>

